中華農業研究

第三十卷　　第二期

目　次

機揷水稻之生育與生理研究 1. 氮素、葉綠素及非構造性碳水化合物之濃度變化……陳建山 黃定鼎 劉大江…89
稻米食用品質之改良 1. 米粒顆粒澱粉含量及膠體軟硬度之變異（英文）……郭益全 謝順景…99
大豆植株內非構造性碳水化合物之分布（英文）……黃定鼎 沈美珍 陳建山 劉大江…109
菸草、水稻及蘆筍培養花葯褐變與癒傷組織形成之關係……蔡新聲…121
秈稉稻雜種的花葯培養……蔡新聲 鄧耀宗 賴本智 紀廼淳…133
蝴蝶蘭根組織培養之研究……林瑞松…141
乙稀控制花性之表現在胡瓜一代雜交採種上之利用……楊偉正…147
臺農 15 號大豆新品種之育成……詹國建…157
種子亞麻之生育及產量性狀與植期及播種密度之影響……邱善美…167
熱帶地區草莓生產及發展可行性之研究……林昭雄…173
水稻稻熱病藥劑低容量防治試驗……蔡武雄 楊涌祚 李新傳 簡錦忠…187
龍眼鮮果之太陽能乾燥試驗……林金鐵…193

中華民國七十年六月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2):89~98 (1981)

機插水稻之生育與生理研究

I. 氮素、葉綠素及非構造性碳水化合物之濃度變化[1]

陳建山　黃定鼎　劉大江[2]

摘要：為了配合本省機插水稻之全面推廣，採用臺南5號（稉稻）與臺中秈5號（長秈稻）二水稻品種，按一般箱式育苗與機械栽培方式進行試驗，比較品種與期作間之移植苗質及移植後地上部不同器官之光合成產物累積與分佈，提供產量高低之說明。

試驗結果顯示期作間之苗質差異較品種間為大，一期作機插秧苗之重／長與碳水化合物／全氮比值均大於二期作，亦即具有較優之苗質。

移植後葉片之葉綠素濃度，一期作在孕穗期，二期作在近最高分蘗期達到高峰，葉綠素在期作間之變化與非構造性碳水化合物之累積密切相關，但與葉片全氮濃度並不完全平行變化。

二期作稈部碳水化合物與葉綠素濃度在抽穗後減低遠甚於一期作，顯示轉運穗部之光合成產物來源不足，結果秈、稉稻在二期作之結實率與千粒重減低，但穗數在品種與期作間之差異均不顯著。

稉稻之葉綠素與氮素濃度高於秈稻，但秈稻稈部碳水化合物之累積速率與數量明顯大於稉稻，惟降低速率亦迅速，結果秈稻之千粒重遠低於稉稻，因此光合成產物之累積與轉運同具影響本省水稻在品種與期作間之產量差異，值得再作進一步之探討。

本省稻作栽培，因應節省勞力、增加收益及擴大農場經營面積之須要，至民國 68 年3月止，共設 427處育苗中心，動力插秧機使用率達51%，且預定三年後將逾 90%[8]；換言之，本省之稻作栽培將跨入機械化時代。但審視本省過去之稻作試驗，不論育種、栽培及生理等，幾乎均以手植方式為主。依據星川[26,27]與木根[19]對機械化水稻栽培之研究，認為育苗技術、生育生理及農場經營因種植方式之不同各有所宜，因此面對本省未來機插水稻之全面推廣，實應深入瞭解秧苗生理與改進栽培技術，本試驗乃為部分研究之結果。

本省現有之機插水稻研究報告甚少，且均側重於秧苗培育與機械研製[6,10]，有關苗質及移植後稻株之生理變化，尚乏資料可詢，機插秧苗之葉齡為3.2～3.5（稚苗），其生育生理狀態頗異於5.5～6.5 葉齡之手植秧苗（成苗）。因此試驗之首要目的，即欲瞭解期作與品種間之秧苗素質，而移植後稻株之生理，則着重於光合成產物之累積變化，因為作物之乾物質累積，百分之九十以上來自光合成產物，因此，過去對影響光合作用之生理過程（physiological processes）與形態組成（morphological components）甚受重視研究[33]，有關本省二期稻作低產之原因，亦普遍針對光合作用速率[2]與光合成產物[4,43]之因素加以探討。光合成產物可因測定方法、供試品種及地區年度之不同，所得結果對低產原因之解釋亦異，尤其是碳水化合物濃度在生育階段之變化，各試驗報告[13,14,17]不很一致。有鑑於此，本試驗改採 Smith[35] [35]之 takadiastase 酵素測定碳水化合物法，並配合不同生育期之氮素與葉綠素濃度變化，作為瞭解機插水稻產量在品種與期作間之比較依據。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 984 號。
2. 本所農藝系技士，技士，技正。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

試驗採用臺南 5 號與臺中秈 5 號二水稻品種，67 年一期作於 2 月 13 日播種，3 月 7 日以二行式動力插秧機移植本田；二期作於 7 月 9 日播種，8 月 2 日移植。各項試驗均在本所農場進行。

秧苗係採用 60×30×3 cm 之木製育苗箱培育，每箱施用硫銨─過磷酸石灰─氯化鉀三種肥料 8-8-4 g，二期作之氮肥用量減半。催芽後之稻種，經 1,000 倍烏斯普龍（Uspulum）消毒與水洗，以每箱 250 克播種量，按一般慣行箱式育苗法管理。

一、二期作水稻秧苗均於相近葉齡 (3.1～3.3) 移植，行株距爲 30×15 cm，小區面積 16×20 m，三重複，採用完全逢機區集設計。田間 N-P-K 三肥料要素用量爲 80-60-60 kg/ha，其中 N 之四分之一，P 全量與 K 之五分之二用爲基肥，剩餘之 N 與 K 肥，各分三次與二次用爲追肥。

水稻自移植日起，每間隔約 10 日取樣一次，每次於各試區採取 10 株以上水稻之地上部份，經立即測定葉片內葉綠素濃度後，將植株區分爲葉片、稈與葉鞘及穗三部份，置於 100°C 通風乾燥箱 1～2 小時後，再以 70°C 處理至完全乾燥。烘乾之水稻樣品，先經測定乾物重，再使用 40 目篩磨粉，密封貯存供化學分析用。成熟時並於每試區收穫 20 株水稻，供產量構成要素之調查。

葉綠素之定量，係先以 80% 丙酮萃取，再仿 Arnon [29] 法測定；全氮以 Semi-micro Kjeldahl 方法定量；非構造性碳水化合物則依照 Smith [35] 法，樣品所含之各種碳水化合物（不包括纖維素）先經 takadiastase ("Clarase 900" 或 "Clarase 40,000"，美國 Miles Laboratories Inc. 出品）水解，再以滴定法測定單醣之還原力而得。

結　　果

移植秧苗之素質

採用箱式育苗法培育之秧苗，於 3.1—3.3 葉齡移植於本田之同時，經測定數種形態與生理特性

表1. 一、二期作機械移植水稻秧苗之生理特性比較

Table 1. Comparison on some natures of rice seedlings at transplanting between the first and second crop seasons

Cultivar	Crop Season	Leaf Age	(A) Dry Weight (g/200 plants)	(B) Plant Height (cm)	(C) TNC[a] (%)	(D) Nitrogen (%)	Chlorophyll (mg/g. f. w.)	A/B	C/D
Tainan No. 5	I	3.3	1.4 a[b]	7.4 a	18.6 a	2.75 a	1.71 a	0.19	6.7
	II	3.3	1.5 b	11.8 b	8.3 b	2.94 b	2.61 b	0.13	2.8
Taichung sen No. 5	I	3.2	1.6 c	8.4 a	17.1 c	3.15 c	1.89 c	0.19	5.4
	II	3.1	1.2 d	15.1 c	7.2 d	2.83 d	2.25 d	0.08	2.5

a. Total non-structural carbohydrates.

b. Means within columns followed by the same letter are not significantly different at p=0.05.

，示如表 1，結果顯示除一期作之苗長在品種間差異不顯著外，其餘之生理特性均顯示品種或期作間之差異。臺南 5 號秧苗在一期作之乾物重稍低於二期作，臺中秈 5 號之結果恰好相反；全氮與乾物重之變化相似。臺中秈 5 號之苗長顯著高於臺南 5 號，前者在期作間差異達 6.7 cm，後者達 4.4 cm，二期作均顯著高於一期作。非構造性碳水化合物（TNC）之濃度依不同期作或品種而異，臺南 5 號秧苗在一期作之濃度爲 18.6%，二期作爲 8.3%，臺中秈 5 號一期作爲 17.1%，二期作

爲 7.2% ，換言之，一期作之 TNC 濃度二倍於二期作。葉綠素方面，兩品種在二期作 (2.25-2.61 mg/g. f. w.) 顯著高於一期作 (1.71-1.89 mg/g. f. w.)。綜合上述結果，二期作環境生長下之水稻秧苗，其 TNC/N 與苗重／苗長（0.08—0.13）二項比值均明顯低於一期作（分別爲 5.4—6.7 與 0.19)，而臺南 5 號又稍高於臺中秈 5 號。歸納數種苗質之表現，期作間之差異大於品種間之差異。

生育全期之葉綠素濃度變化

機插水稻在移植後之葉片葉綠素濃度變化，示如圖 1 。兩品種在一期作之葉綠素濃度均自移植後

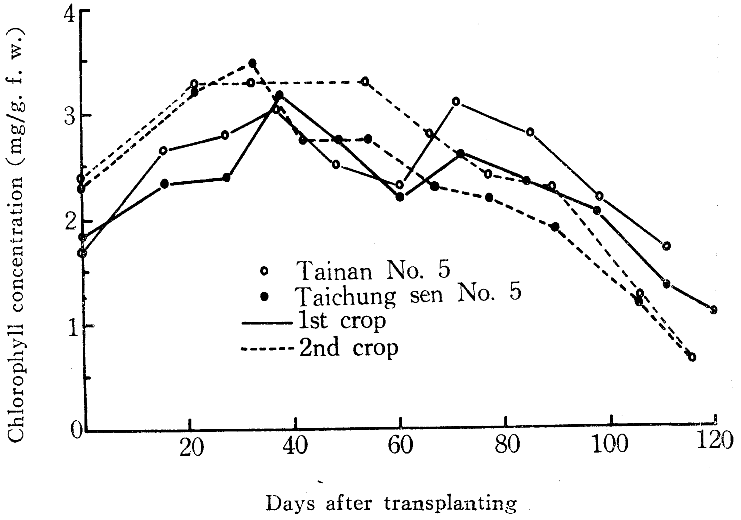


圖 1. 臺南 5 號與臺中秈 5 號在一、二期作生育全期之葉片葉綠素濃度變化

Fig. 1. Changes of chlorophyll concentration of Tainan No. 5 and Taichung sen No. 5 rice at successive growth stages in the first and second crop seasons of 1978.

立即昇高，至第 38 天(分蘖初期) 出現第一個高峰 (3.0-3.2 mg/g. f. w.)，爾後稍降，至第 72 天（孕穗期）再度上升達另一濃度高峰 (2.6-3.1 mg/g. f. w.) ，此後即緩緩降低至收穫爲止 。 二期作之葉綠素濃度亦於移植後立即上昇 ，但僅在移植後第 33 天達唯一之濃度高峰 (3.2-3.5 mg/g. f. w.) ，其後除臺南 5 號尚維持 25 天之久外，立即降低至收穫爲止。二期作在近最高分蘖期前之葉綠素濃度高於一期作，自此之後反低於一期作，且二期作生育初期之葉綠素濃度昇高雖比一期作迅速，降低亦快。臺南 5 號在同期作生育各期之葉綠素濃度稍高於臺中秈 5 號。

生育全期之全氮濃度變化

機插水稻自移植後之地上部不同器官內氮素濃度變化，示於圖 2 。就葉片氮素濃度而言，二品種在一期作均自移植後第 15 天開始急速下降，至移植後第 76 天出現另一濃度高峰，此後除臺中秈 5 號尚維持 24 天之平穩濃度外，即下降至收穫爲止。二期作之變化與一期作之趨勢相似，但臺南 5 號在移植後 53 天內之葉部氮素濃度低於一期作，此後則高於一期作。臺南 5 號在同期作生育各期之葉片濃度稍高於臺中秈 5 號。

稈部氮素濃度在一、二期作之變化，與葉部之結果相近，亦即生育初期已達最高濃度，爾後隨生育日數之增加而降低。稈部氮素在二期作移植後第 40 天內低於一期作， 40 至 66 天之間稍高於一期作， 65 至 100 天之間，以一期作爲高，自此之後，二期作反爲高，臺南 5 號稈部氮素在移植後 65 天之前明顯高於臺中秈 5 號，其後差異不顯著，尤以一期之結果爲然。

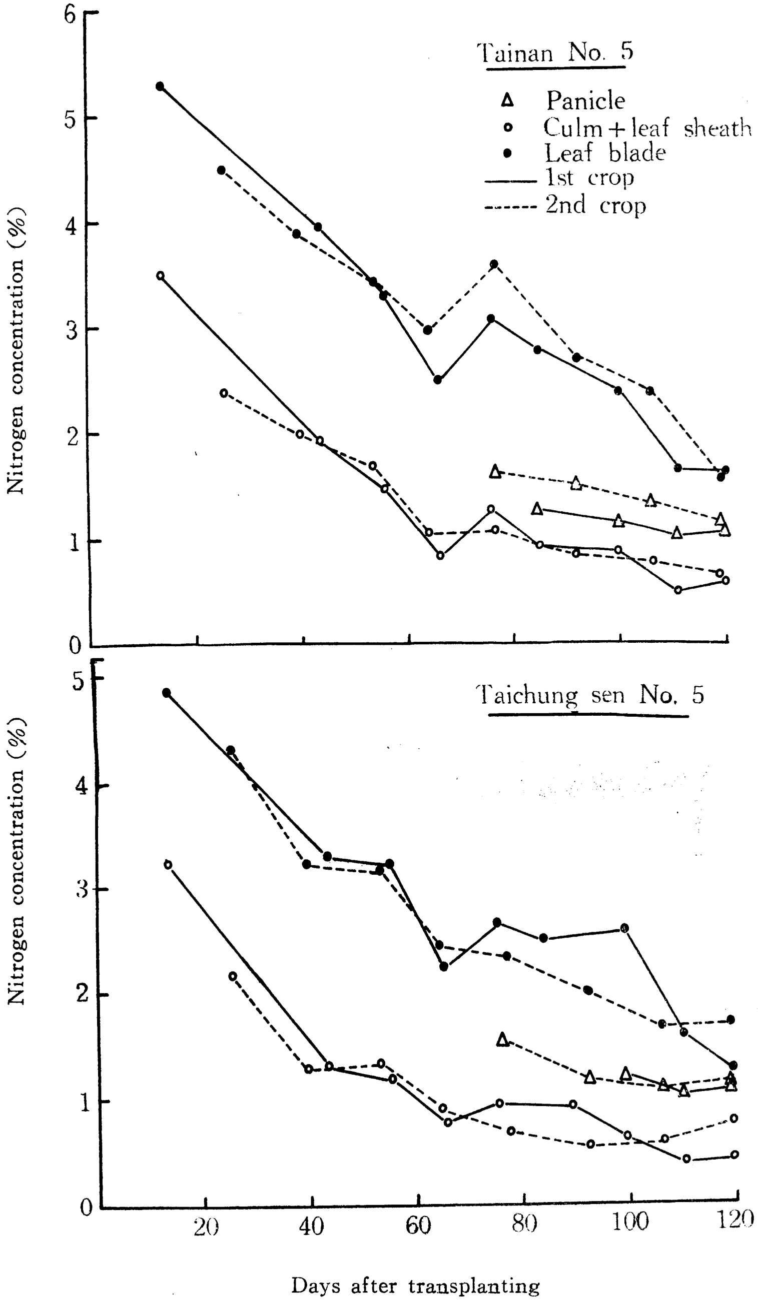


圖 2. 臺南5號與臺中秈5號水稻之葉片，稈部（包含葉鞘）及穗部全氮濃度在一、二期作生育全期之變化

Fig. 2. Concentration of N (%, dry weight basis) of leaf, culm and panicle fractions of Tainan No. 5 and Taichung sen No. 5 rice at stages of development in the first and second crop seasons of 1978.

穗部氮素濃度自抽穗期之後，隨成熟度之增進而減低，一、二期作之變化趨勢相似。臺南 5 號在一期作之穗部氮素濃度，連續低於二期作，臺中秈 5 號亦顯示與臺南 5 號相同之變化趨勢。兩供試品種之穗部氮素濃度在近 1.5 % 範圍變動，品種間之差異並不明顯。

生育全期之非構造性碳水化合物（TNC）濃度變化

由圖3 顯示之結果可知，兩供試水稻品種在一、二期作之葉部內 TNC 濃度，僅在移植後 50 天前高於 5 %，其後均在 5 %上下；全生育期之變化較小，品種與期作之比較不易顯示一定趨勢之差

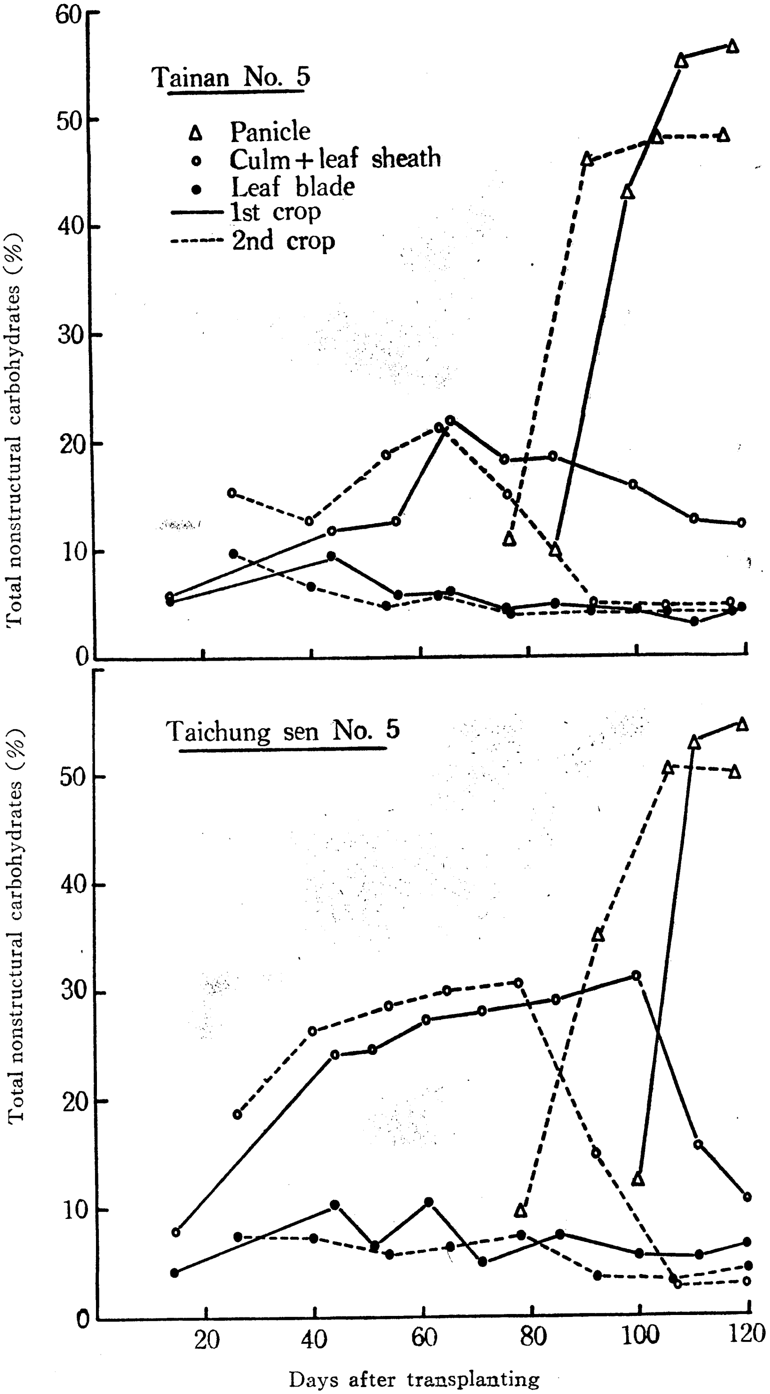


圖 3. 臺南 5 號與臺中秈 5 號水稻之葉片，稈部（包含葉鞘）及穗部非構造性碳水化合物濃度在一、二期作生育全期之變化

Fig. 3. TNC concentration(%, dry weight basis) of leaf, culm and panicle fractions of Tainan No. 5 and Taichung sen No. 5 rice at stages of development in the first and second crop seasons of 1978.

異，惟亦可見臺中秈 5 號之葉內 TNC 濃度在二期作抽穗之後低於一期作。品種間之差異因生育階段與期作之不同，顯示之高低差異不很一致。

臺南 5 號稈部之 TNC 濃度，一期作在移植後逐漸增加，至第 66 天達到高峰 (21.9%)，此後緩慢減低，收穫時爲 12.5%。臺中秈 5 號之稈部 TNC 濃度在一期作之變化趨勢與臺南 5 號相似，惟在移植後第 44 天已達 24.6%，且再繼續上昇，至移植後 100 天達 31.7%。臺南 5 號二期作稈部 TNC 濃度，在移植後 64 天前高於一期作，至第 64 天達 21.4% 之最高濃度，此後急遽減低，至收穫時僅爲 5%。臺中秈 5 號於二期作之稈部最高濃度可達 31.7%，同期作之比較，均超過臺南 5 號之最高濃度達 10%。臺中秈 5 號在濃度高峰前，稈部 TNC 之累積速率高於臺南 5 號，但其後減低亦快。臺南 5 號在同一生育期之稈部 TNC 濃度明顯低於臺中秈 5 號，一、二期作之結果相同。

當稈部之 TNC 濃度開始降低時，穗部之 TNC 開始急遽累積，兩供試品種在一、二期作之結果一致。一期作臺南 5 號在抽穗期之穗部 TNC 濃度爲 9.8%，15 天後達 42.9%，至 26 天後達 55.3%；臺中秈 5 號在抽穗期濃度爲 12.6%，11 天後已達 52.9%，21 天後達 54.5%。二期作臺南 5 號在抽穗期之 TNC 濃度爲 10.7%，15 天後已達 45.9%，31 天後爲 47.9%；臺中秈 5 號在抽穗期爲 10.1%，15 天後爲 36.6%，31 天後達 48.5%。由上述結果顯示，期作與品種不同，穗部內 TNC 之累積速率與期間亦異。品種間之穗部 TNC 濃度差異，因採樣間隔稍長，不易清楚比較，不過由結果亦可顯示臺南 5 號在二期作之累積速率比臺中秈 5 號迅速，惟一期作之結果恰好相反。收穫時穗部內之 TNC 濃度，兩品種均以二期作爲低。

產量構成要素

機插水稻收穫之四個產量構成要素示於表 2。兩供試品種之穗數在品種或期作間之差異均不顯著；臺中秈 5 號在二期作之平均一穗穎花數高達 121.1，明顯超過同品種不同期作 (99.7) 或不同品種不同期作 (89.0～93.0) 之穎花數。千粒重與結實率方面，亦以一期作爲優，品種間之比較，則

表 2. 一、二期作機插水稻之產量構成要素比較

Table 2. Comparison on the yield components of machine-transplanted ricebbetween the first and second crop seasons

Cultivar	Crop Season	Number of Panicles per Hill	Number of Spikelets per Panicle	1000-grain Weight (g)	Ripened Grain (%)
Tainan No. 5	I	16.7 a	93.0 a	23.1 a	92.5 a
	II	17.4 a	89.0 a	20.6 b	65.4 b
Taichung sen No. 5	I	15.8 a	99.7 a	21.5 ab	95.3 a
	II	16.4 a	121.0 b	17.5 c	70.5 b

結實率在兩期作均無差異，但第二期作臺南 5 號之千粒重顯著超過臺中秈 5 號。綜合上述結果，二期作機插水稻產量不如一期作係千粒重與結實率降低所致，穗數與每穗穎花數在期作間之表現相似。

討 論

本省在一期作之育苗期適逢低溫弱日照，二期作則爲高溫强日照，在迥異之氣象條件下，採用育苗箱培育之機插秧苗素質，由試驗結果 (表 1) 顯示因品種與期作而異。秈稉稻在相近之移植葉齡，秈稻苗長比稉稻多 1～4 cm，除此之外，兩品種秧苗之其他性狀在同一期作相似，換言之，苗質受期作間之氣象條件影響至鉅。二期作秧苗之乾物重／苗長與 TNC/N 比值低於一期作，亦即一期作之

苗長太短，而二期作之碳水化合物濃度偏低。根據香山[28]對水稻育苗技術之研究，可由乾物重／苗長與碳／氮比值表示苗質之優劣；佐本[23]認爲秧苗內碳水化合物濃度高低與分蘖數多寡呈正相關。本省在一期作之機插秧苗，與星川[26]選定 3.2 葉齡與 12～15 cm 苗長之標準尚有差距，但苗質仍優於二期作。二期作秧苗之低碳水化合物濃度，實際並未造成品種與期作間之穗數差異，可能是因爲機插水稻採用寬行密植（30×15cm）與多本植（6～8支）之栽培方式所致，亦即石井等[21]所稱株內競爭大於株間競爭。另外根據片山[22]之水稻分蘖規則與曾[15]之實際研究，機插之移植葉齡比手植爲低，開始分蘖節位亦會降低，因而增加分蘖數；過去本省手植稉稻之穗數減少被認爲是二期作低產主因之一[12,16]，現改採機插方式則可改善是項缺點，本試驗結果亦顯示品種或期作間之穗數差異不顯著（表2）。但機插水稻也因移植葉齡之降低而延長生育日數，在二期作可能更容易遭逢低溫與弱日照。因此機插水稻雖然具有（1）作業共同化，（2）省時省力與（3）比手植增產等諸多優點，但針對上述存在之缺陷，有待改進培育適期適長適齡之秧苗。

爲了進一步瞭解機插水稻移植後之光合成產物累積與分佈，首應瞭解進行光合作用器官之生理變化。兩供試品種在一期作之最高葉綠素濃度出現於孕穗期，二期作則在近最高分蘖期（圖1）。而二期作之葉綠素在移植後 60 天前高於一期作，其後恰好相反，非構造性碳水化合物亦於期作間顯示相似變化（圖3）；換言之，期作間光合成產物累積可能與葉綠素有密切相關。林等[2]指出臺北地區之水稻葉綠素濃度與光合作用能力在期作間之密切變化，坂齊[24]亦證實水稻葉綠素及可溶性蛋白（soluble protein）濃度均與 CO_2 固定酵素 RuDP carboxylase 含量呈正相關。但陳等[14]發現臺中 65 號在二期作之葉綠素高峰出現於孕穗期，且其後尚可繼續增加，暗示二期作生長後期的光合成能力仍極旺盛，與林等[3]及本試驗之結果迥異。推究原因，是否因爲供試品種，年度地區及測定方法不同所致，有待確定。葉綠素之濃度變化現已被引用爲作物老化之指標之一[32,34]，本省各地區之稻作生長氣象差異甚大，地區與期作間之葉綠素濃度變化亦有不同，因此如何闡釋水稻植株老化與光合成物質生成間之關係，値得做進一步之探討。

過去本省有關水稻全氮之研究，均以地上部全株爲測定單位[1,5,17]，然稻株係由不同之功能單位（functional unit）構成，顯具供源（source）與貯蓄（sink）之差別，因此試驗乃將地上部區分爲葉片、稈部（包含葉鞘）及穗部，結果顯示因器官之不同，氮素濃度差異很大（圖2）。葉部在生育全期之變化極大，稈部與穗部變化較小，恰與非構造性碳水化合物之情形相反（圖3）；與戶苅[20]等之結果相同。葉部與稈部之氮素濃度在一、二期作之生育初期最高，與邱等[1]及洪等[7]之結果相同。葉片氮素在期作間之變化與葉綠素呈相反之趨勢；亦即二期作葉綠素在生育前期高時，氮素濃度反低，而在抽穗期之後之氮素與一期作相當或略高，此時之葉綠素濃度則已低於一期作，與折谷等[25]報告氮素與葉綠素濃度呈正相關之結果並不符合，推究原因，是否由於氮素代謝、存在形態及轉運等因素造成，尚未確定。此外，兩供試品種在二期作之穗部氮素高於一期作，似可解釋爲（1）一期作之穗部累積碳水化合物濃度高於二期作，因而產生較大之稀釋作用，（2）二期作轉移至穗部氮素多於一期作。由試驗結果得知二期作之穗部碳水化合物累積顯著低於一期作，似以前項之解釋較爲合理，惟期作間之氣溫與日照對氮素吸收與轉運之影響，亦値得一併考慮。

兩供試水稻品種在一、二期作之碳水化合物變化，均顯示當稈部 TNC 濃度降低時，穗內 TNC 急遽累積，而此時葉部幾無變化（圖3），與戶苅等[20]及 Cock 等[31]之試驗結果一致。秈稻稈部之 TNC 最高濃度在一、二期作顯著高於稉稻，最大差異達 10 %，顯示秈稻在營養生長期有較多量之光合成產物自稈部轉流至穗部，結果亦顯示秈稻穗部之初期碳水化合物累積速率高於稉稻，但秈稻稈部在達最高 TNC 濃度後之降低亦迅速，且在二期作抽穗後之葉綠素濃度顯著低於一期作，表示葉部之光合作用速率降低，因此能够移蓄穗部之碳水化合物來源不足。林等[3]在臺北地區之試驗，認爲成熟期之低溫與寡日照對二期作水稻之同化物轉流有阻礙作用，陳等[11]與許[9]亦得水稻生育後期之低溫致使葉綠素濃度與結實率減低之結果。本省二期稻作之結實率減低，成熟期之光合成產物

來源不足與同化物轉流阻礙似均爲可能原因，依據謝[18]之見解，認爲二期稻作生育前期在高溫下生長，耗損多量養分，導致預存養分降低而使結實率與穎花數減少，然由本試驗之結果顯示，兩品種在二期作之千粒重與結實率雖比一期作低，但二期作秈稻之平均一穗穎花數反比一期作多（表２），另比較孕穗期之稈部 TNC 濃度，並無顯著差異，陳等[30]亦得相同之結論，有鑑於此，今後對於本省一、二期產量之提高，由光合成產物累積與分配的觀點，一期作似應着重於孕穗期之後，二期作似應着重於最高分蘗期之後光合作用能力維持；稉稻似宜提高營養生長期稈部碳水化合物濃度，秈稻宜在抽穗後之葉部減少老化，而品種在期作間之氣象環境適應力，亦可限制產量潛力之表現，另因年度與地區之不同，致使所得結論迥異，尚須再深入印證與探討。

誌謝：本試驗承沈美珍小姐協助化學分析，劉清博士與何惠技士協助統計分析，謹致謝意。

引用文獻

1. 邱再發、李蘭帝、陳佩蘭、林森岷・1963・臺灣水稻之養分吸收之研究・第四報　第一期作與第二期作之水稻營養之比較研究・農業研究　12(4)：28-41。
2. 林安秋、蘇新・1976・第二期稻作低產原因之研究・Ⅱ.一、二期水稻羣落光合作用之比較・科學發展　4 (11)：5-21。
3. 林安秋、談嘉俊・1979・第二期稻作低產原因之研究・5.本省北部地區第一、二期作水稻之 ^{14}C 一同化物質轉運與分配之比較研究。中華農學會報 107：25-35。
4. 林美麟、戴國興・1979・屏東地區一、二期稻作光合成物質聚積之變化及其稻穗成長過程之比較・科學發展　7 (4)：394-400。
5. 林鴻淇、張則周・1978・溫度與日照對水稻生育及營養之影響・三. 溫度與日照對水稻氮素之吸收及轉運之影響・中國農業化學會誌 16(3,4)：170-181。
6. 洪汝煌、李祿豐・1976・水稻保溫室育苗與機械插秧對稻米產量之研究・臺灣農業 12(1)：40-62。
7. 洪崑煌、劉天斌、魏金塗、陳振鐸・1970・水稻生長期間各部位養分含量之變化・I. 氮素之分布・中國農業化學會誌 8(3,4)：55-61。
8. 許金松・1979・臺灣農業機械化成果與展望・臺灣農業 15(2)：77-83。
9. 許東暉・1976・臺灣北部二期稻作低產原因之研究一生長後期溫度對不同類型品種生育及產量之影響・科學發展 4(12)：5—8。
10. 張學琨、曾勝雄、林寶鑫・1974・水稻動力插秧機育苗方法綜合研究・臺灣農業 10(1)：21-40。
11. 陳建山、劉大江・1979・溫度對直播水稻分蘗特性與成熟生理之影響・中華農業研究 28(3)：199-206。
12. 陳建山・1979・第一、二期作水稻之分蘗特性比較・行政院國家科學委員會研討會專集　2：61-74。
13. 陳雪貞、陳清義・1975・臺灣水稻生理特性之研究・第３報　第一、二期作水稻地上部之糖、澱粉含量之消長及產糖率之品種間差異・國立中興大學理工學報 12：273-284。
14. 陳清義、蔡承長・1977・臺灣水稻生理特性之 1、2 研究・中華農學會報　98：19-32。
15. 曾美倉・1969・降低分蘗節位對水稻生育及產量之影響・國立臺灣大學農藝研究所碩士論文。
16. 鄒宏潘等・1975・第二期稻作低產原因之探討・科學發展 3(10)：5-39。
17. 戴國興・1978・高屏地區第二期作水稻低產之改進・Ⅱ.二期稻作延遲播種期之生理反應・中華農學會報 102：24-41。
18. 謝昱暲・1978・水稻羣落的乾物質生產・中央研究院專刊 2：29-38。
19. 木根淵、旨光・1974・機械化稚苗稲作技術と營農・東京農業圖書株式會社。
20. 戸苅義次、岡本嘉、玖村敦彥・1963・水稻に於ける碳水化合物の生產及び行動に關する研究・第１報　生育に伴う諸器官中の主要成分含量の推移・日作紀 22(3,4)：95-97。
21. 石井龍一、角田公正、町田寬康・1972・作物の生育收量に及ぼす栽植の不均一性の影響に關する研究・第２報　１株植付苗數の不均一な水稻個體羣における株間補償と個體間競爭・日作紀　41：57-62。

22. 片山佃・1951・稻麥の分蘖研究・東京養賢堂。
23. 佐木啓智、杉本勝男、宇田昌義、鈴木嘉一郎・1958・水稻早期栽培の穗數增加について考察・日作紀 27(2)：182-184。
24. 坂齊・1977・イネの生育に伴なう葉の RuDP カルボキシラーゼ 活性葉綠素含量の消 長とそれらの相互關係について・日作紀 46(2)：164-170。
25. 折谷隆志、丹佛利康、葭田隆治・1979・作物の窒素代謝に關する研究・第16報 水稻各品種における光合成、葉面生長とN代謝との關係・日作紀 48(1)：10-16。
26. 星川清流・1971・田植機イナ作 稚苗の生理と育苗技術・東京農山漁村文化協會。
27. 星川清流・1977・稚苗、中苗の生理と技術・東京農山漁村文化協會（第五版）。
28. 香山俊秋・1962・水稻の育苗技術・朝倉書局。
29. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. Plant Physoil. 24：1-15.
30. Chen, C. S., D. D. Huang, M. C. Shen and D. J. Liu. 1980. Carbohydrates, N, P. and K status of developing rice (*Oryza Sativa* L.) plants grown in the first and second crop seasons in Taiwan. Jour. Agric. Res. China 29(2)：81—92.
31. Cock, J. H. and S. Yoshida. 1972. Accumulation of ^{14}C-labelled carbohydrate before flowering and its subsequent redistribution and respiration in the rice plant. Proc. Crop Sci. Japan 41：226-234.
32. Kao, C. H. 1977. Senescence of rice leaves. 1. Comparison between detached and intact leaves. Memoins of the college of Agri., N. T. U. 17：12-18.
33. Moss, D. N. and R. B. Musgrave. 1971. Photosynthesis and crop production. Advance in agronomy 23：317-336.
34. Sigh, N. and D. Mishira. 1975. The effect of benzimidazole and red light on the senescence of detached leaves of *Oryza Sativa* CV. Tatna. Physiol. Plant. 34：67-74.
35. Smith, D. 1969. Removing and analyzing of total nonstructural carbohydrates from plant tissues. Wis. Agr. Exp. Sta. Rep. 41.

Physiological studies of machine-transplanted rice

I. Changes in concentrations of nitrogen, chlorophyll and total non-structural carbohydrates[1]

Chein Shan Chen, Ding Ding Huang and Dah Jiang Liu[2]

Summary

Experiments were conducted in the first and second crop seasons of 1978 to study the seedling quality and the changing patterns of N, total non-structural carbohydrates (TNC) and chlorophyll concentrations throughout the growth course of machine-transplanted rice.

Differences in seedling quality were more significant between crop seasons than between varieties at the leaf ages of 3.1 to 3.3. Seedlings raised in the first crop possessed high ratios of dry weight/height and TNC/N than those of the second crop.

Nitrogen conentration in leaf blades was higher in Tainan No. 5 (japonica) than in Taichung sen No. 5 (indica) rice. TNC accumulation in culms before heading was more pronounced in the indica variety; however, the subsequent decline during grain-filling was also faster as compared with the japonica rice Tainan No. 5.

Highest chlorophyll concentration was recorded at booting stage in the first crop and at maximum tillering stage in the second crop rice. Changes in concentrations of chlorophyll and TNC were parallel to each other in both seasons. The marked decreases in levels of TNC and chlorophyll after heading, along with the lower ripened-grain percentage and 1000-grain weight, suggested insufficient supply of photosynthetic assimilates in the second crop rice.

---

1. Contribution No. 894 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Agronomist, Plant Physiologist and Senior Plant Physiologist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

Jour. agric. Res. China (中華農業研究) 30(2) : 99~107 (1981)

Improvement of eating quality in rice

I. Variation in amylose content and gel consistency[1]

Yih Chuan Kuo and Sung Ching Hsieh[2]

Abstract : Amylose content and gel consistency are closely related with the eating quality of rice. The presecnt experiment was conducted to develop a quick and reliable method of defatting for analysis of amylose content, and also to look into intra-panicle and inter-panicle as well as inter-plant variabilities of gel consistency. The following results were obained.

1. Different values of amylose content between non-defatted and defatted seed material were observed. The defatting of brown rice powder was found to be necessary to avoid the disturbance of fat in the colorimetric reading during the course of amylose analysis. A simple and time saving method of defatting with the efficiency almost as good as the Soxhlet method was used in this study.

2. *Indica* type varieties were found to have a higher amylose content than *japonica* type varieties. In contrast to this, *indica* type varieties showed smaller value of gel consistency than *japonica* type varieties.

3. No difference in gel consistency between different panicles within a plant or different parts (lower, middle and upper) within a panicle was found. It is therefore considered that any part of a panicle or any panicle within a plant can be used as a representative sample for gel consistencn analysis.

4. Inter-plant difference in gel consistency within the same field was observed. Uniformity of soil and other environmental factors are essential to minimize this difference.

With the rapid economic growth in many Asian countries, both grain yield and eating quality are considered essential in rice breeding programs to meet the demands of people. Eating quality is generally determined by cohesiveness, tenderness and gloss of boiled rice grains (2,11,13) which are influenced mainly by amylose content (2,3,6,9,10,14). The *japonica* rice is usually lower in amylose content and relatively sticky and glossy, while the *indica* rice is higher in amylose, and is dry, fluffy and harder in texture when cooked (5,8). Amylose content of nonwaxy rice ranged from 7% to 34% and is generally classified into low (below 20%), medium (20-25%) and high (above 25 %) class-

---

1. Contribution No. 982 from Taiwan Agricultural Research Institute. Supported by Council of Agricultural Planning and Development.

2. Respectively, Associate Agronomist and Senior Agronomist, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

es.

Eating quality differs also from varieties with the same level of amylose content [1,16,17]. This is due mainly to the difference in gel consistency [1,15,16,17]. The importance of gel consistency as the selection criterion for improving eating quality has been stressed by Perez [15]. A proper sampling technique as well as an accurate and speedy method for the analysis of amylose content and gel consistency are therefore impotrant in rice breeding programs.

The varietal variation in gel consistency has been studied by Cagamang *et al* [1]. However, no information is available on the intra-and inter-plant variation in amylose and gel consistency. The present study is thus conducted to look into the difference in gel consistency within and among field-grown rice plants in order to develop a proper sampling method. As seed fat is often a disturbing factor in amylose determination, variability due to defatting or non-defatting of rice samples is also investigated.

Materials and Methods

Analysis of amylose content

Two *japonica* rice varieties, Tainan 5 and Tainung 67, and two *indica* rice varieties, Taichung Native 1 and Chianung Sen 11, were grown in the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute in the second crop season of 1978. Rice seeds harvested on a single plant basis were dehulled and ground into fine powders with an Udy's Cyclon grinder. The rice powders were then divided into 3 portions to study the effect of defatting on the analysis of amylose content.

One portion of the rice powder was defatted with petroleum ether by the Soxhlet method (D_S). Another was defatted by the conventional method (D_C) of the following procedures : 2 g of rice powder was mixed with 40ml of petroleum ether in a stoppered vial and placed in the laboratory at room temperature after vigorous shaking. The solution containing the extracted fat was discarded after 8 hrs of extraction. A second extraction of 10 hrs was made and the defatted powder was then dried in an over at 60°C. The third portion of rice powder was used as non-defatting control (D_O).

Amylose content was analyzed by the method of Juliano(1971) [4]. All chemical analysis was repeated four times. Statistical analysis by the split-plot technique was made using defatting method as the main plot and variety as the sub-plot.

Measurement of gel consistency

Japonica rice Taichung 65 and *indica* rice Chianung Sen 11, grown in the experimental field of Taiwan Agricultueal Research Institute in the second crop of 1978, were used as materials. Twenty plants of each variety were harvested for the study of inter-plant variability in gel consistency. Five best developed panicles within a plant were also taken to measure the intra-plant variability in gel consistency. The main panicle obtained from each plant was further divided into upper (including the uppermost 3 rachises), middle (middle 3 rachises) and lower (lower rachises) parts for th investigation of intra-panicle variation. Gel consistency was measured according to the method of Cagampang *et al.* [1]. Statistical analysis of data was made by using split-plot

design.

Results

1. Variation of amylose content due to different defatting methods

The amylose content of the tested rice varieties was given in Table 1. According to the data of D_S treatment(defatted by Soxhlet method), amylose contents of *japonica* rice varieties Tainung 67 and Tainan 5 were, respectively , 16.70% and 16.99%, which were much lower than those of the *indica* rices Taichung (N) 1 (27.17%) and Chianung Sen 11 (25.49%).

Table 1 also showed the effect of defatting method on the amylose content anlysis. Defatting caused significantly higher readings in amylose level than the non-defatting treatment for most varieties. For example, non-defatting (D_O) gave amylose contents of 14.58, 19.43 and 22.97%, respectively, for the rice varieties Tainung 67, Chianung Sen 11 and Taichung (N) 1. Corresponding values of the defftted samples (average of D_C and D_S) for the three varieties were 16.68, 27.01 and 25.48%. However, on difference was observed in the *japonica* rice Tainan 5. Furthermore, it was noted in Table 1 that there was no significat difference in amylose values between the samples defatted by the conventional method (D_C) and by the Soxhlet methods (D_S).

Table. 1. Difference in mean amylose content in percent due to different defating methods[a]

Defatting method[b]	*Japonica* type.		*Indica* type	
	Taitung 67	Tainan 5	Chianung-Sen 11	Taichung Native 1
D_0	14.58 a	16.51 a	19.43 a	22.97 a
D_c	16.66 b	16.78 a	26.85 b	25.46 b
D_s	16.70 b	16.99 a	27.17 b	25.49 b

a. data are mean value (%) of 4 replication.

b. D_0 : non-defatted material.

D_C : defatted by conventional method.

D_S : defatted by Soxhlet's method.

Analysis of variance for the effect of defatting showed an interaction between variety and treatment (Table-2) which was further analyzed and given in Table 3. As shown in Table 3, the influence of defatting on the determination of amylose content differed according to varieties. The most conspicuous interaction was observed in the non-defatted samples of Chianung Sen 11. The interaction between Tainan 5 and non-defatting showed a significant, positive value (1.838**) which was in accordance with the result shown in Table 1, i. e., no difference in amylose content between defatted and non-defatted samples.

Table. 2. Analysis of variance for effect of defating and non-defatting treatments on amylose content of rice

Source	df.	SS	MSE	F
replication	3	3.35	1.117	0.395
treatment (T)	2	105.94	52.970	18.737**
error (a)	6	10.52	1.753	—
variety (V)	3	809.17	269.723	95.400**
T X V	6	76.95	12.825	4.534*
error (b)	27	76.33	2.827	—
total	47	1,005.31	—	—

** significant at 1% level.

Table. 3. Interaction among defatting methods and amylose content in 4 varieties of rice

Variety	Defatting method[a]		
	D_0	D_c	D_s
Tainung 67	0.670	− 0.408	− 0.238
Tainan 5	1.838**	− 0.898	− 0.960
Chianung Sen 11	−2.965**	1.558*	1.393*
Taichung Native 1	0.415	− 0.278	− 0.165

a. D_0, D_c, D_s same as Table 2.

2. Intra-panilcle variation in gel consistency

Gel consistency measurement of the upper, middle and lower parts of single panicles is shown in Fig. 1 and Table 4. For the two varieties tested, average gel consistency of Taichung 65 (*japonica* type) was 48.4mm which was considerably greater than the 23.0 mm of *indica* rice Chianung Sen 11. It was also noticed that there ware no significant differences in gel consistency among different parts of a panicle (Tables 4 and 5). In other words, seeds from any part of the panicle could be used as a representative sample for the measurement of gel consistency.

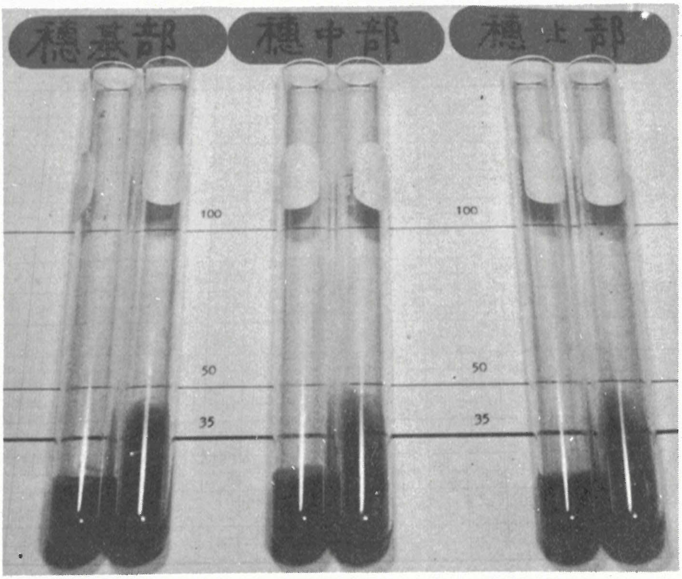


Fig. 1. Variation in gel consistency due to different varieties and different parts of a panicle. Left, middle and right sets are respectively lower, middle and upper parts of a panicle. Right and left tubes of each set are respectively Taichung 65 (*japonica type*) and Chianung Sen 11 (*indica* type).

Table. 4. Mean gel conssitency of different parts of a panicle in two varieties of rice[a]

Plant No.	Chianung Sen 11 (*indica* type)			Taichung 65 (*japonica* type)		
	lower	middle	upper	lower	mddle	upper
1	23.3	22.5	23.0	53.3	49.0	48.8
2	23.8	23.0	22.8	47.0	47.8	44.0
3	22.8	22.5	22.5	50.8	51.8	49.3
4	21.3	22.5	23.3	45.5	48.8	44.5
5	23.3	24.3	24.5	47.3	46.3	51.0
Mean	22.9 a	23.0 a	23.2 a	48.8 b	48.7 b	46.5 b

a. data are mean value (mm) of 4 replications.

b. means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

Table. 5. Analysis of variance for gel consistency to determine intra-panicle variation in two rice varieties

Source[a]	df.	SS	MSE	F
panicle	4	28.58	7.145	2.546
variety (V)	1	4,808.26	4,808.260	1,713.560**
error (a)	4	30.38	7.595	—
panicle part (P)	2	1.50	0.750	0.267
V X P	2	3.92	1.960	0.699
error (b)	16	44.89	2.806	—
total	29	4,917.53	—	—

**, significant at 1% level.

3. Intra-and inter-plant variability in gel consistency

Five panicles from each of the twenty plants of Taichung 65 and Chianung Sen 11 were analyzed to study the inter-panicle and inter-plant variations in gel consistency. Based on the analysis of variance shown in Table 6, no significant differences were observed for mean gel consistency among different panicles within a plant. Furthermore, there was no interaction between panicle and variety. Therefore, it might be concluded that any best developed panicle in a plant can be a representative material for gel consistency analysis. However, a significant difference between plants was noticed (Table 6).

Table. 6. Analysis of variance for gel consistency to determine inter-panicle variation in two varieties of rice

Source	df.	SS	MSE	F
plant	19	2,169.455	137.866	8.854**
variety (V)	1	41,213.205	41,213.205	2,646.792**
error (a)	19	2,213.095	116.479	—
panicle (P)	4	14.480	3.620	0.233
V X P	4	33.520	8.380	0.538
error (b)	152	2,366.800	15.571	—
total	199	48,460.555	—	—

**, significant at 1% level.

Discussion

Eating quality of rice is generally controlled by amylose content, gel consistency, gelatinization temperature and protein content. Rice starch is composed of amylose and amylopectin. Their proportion in the grain influences greatly the cooking and eating qualities [7,17]. Cooked rice is more fluffy when amylose content is high, and is more sticky when amylose content is relatively low. In the present study, we found that *indica* type varieties contained more amylose on a percentage basis(25-27%) than *japonica* type varieties (16-17%) which is in close agreement with previous reports [5,8].

In breeding for proper amylose content, breeders are often confronted with the problem of how to make an efficient chemical analysis. Williams *et al.* [18] first developed a method of amylose analysis by removing seed fat with methanol. Juliano [4] simplified the procedure for the analysis of milled rice. However, the Soxhlet method of defatting with 95% alcohol is still necessary for brown rice. As the Soxhlet procedure requires special equipments and is low in efficiency, a more convenient method is desired for routine analysis. The results of this study indicated that amylose values of the samples defatted by the easy conventional method is almost identical with those defatted by the traditional Soxhlet method. In other words, extraction of fat with petroleum ether by incubation at room temperature is acceptable for precision and accuracy in amylose analysis.

Another quality character, gel consistency, can be used to measure the softnese of cooked rice. The gel formed by boiling starch (rice powder) in 0.2N potassium hydroxide can be classified into hard (25-35mm), medium (36-50mm) and soft (over 50mm) based on the length of cooled gel [1]. The gel consistency of saft and medium types is more desirable and hence should be selected from the breeding materials. General analysis of gol consistency has been made by Cagampang *et al* [1]. However, no information is available on the intra-panicle and intra-and inter-plant variations in gel consistency. Data in Table 6 showed that measurements of gel consistency were similar from samples obtained from different portions of a panicle or from different panicles of a plant. Therefore, the grains in any part of the panicle or any best developed panicle within a plant can be sampled for analysis of gel consistency. On the other hand, significant difference was found between plants (Table 6) which might be due to the influences of envirinmental factors. It is suggested that the samples for analysis should be taken from plants grown under a homogeneous condition .to ensure uniform growth of plants. More studies along this line should be made in the future. Investigation on the genetic aspect of amylose content and gel consistency are now underway.

Acknowledgement : The writers are grateful to Dr. D. J. Liu for his critical reading of the manuscript.

Literatnre Cited

1. Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O . Juliano. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J. Sci. Fd. Agri. 24 : 1589-1594.

2. Juliano, B. O. 1967. Physiochemical studies of rice protein and starch Int. Rice Comm. Newsletter (Sp. issue) : 93-105.
3. Juliano, B. O. 1965. Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. Fd. Technol. 19 : 1006-1001.
4. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16 : 334-339.
5. Juliano, B. O. 1972. Physiochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. In Rice Breeding p389-405.
6. Juliano, B. O. 1975. The gel consistency and viscosity test as an index of eating quality of milled rice. IRRI. Jan. 18.
7. Juliano, B. O. 1979. Amylose analysis in rice-a review. In Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI. p251-260.
8. Juliano, B. O., G. M. Bautista, J. C. Lugay and A. C. Peyes. 1964a. Studies on the physiochemical properties of rice. J. Agri. Food chem. 12 : 131-130.
9. Juliano, B. O., G. B. Cagampang, L. J. Crus and R. G. Santiago. 1964b. Some physiochemical properties of rice in Southeast Asia. Cereal Chem 41 : 275-285.
10. Juliano, B. O., E. L. Albano and G. B. Cagampang. 1964c. Variability in protein content, amylose content and alkali digestibility of rice varieties in Asia. Philippine Agri. 48 : 238-241.
11. Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. del Mundo. 1972. Note : Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. Philippine Agri. 56 : 44-47.
12. Juliano, B. O. and A. A. Perdon, 1975. Gel and molecular properties of nonwaxy rice. Die Starke. 27 : 115-120.
13. Onate, L. U. and A. M. del Mundo. 1963. Eating quality of seven varieties of lowland rice. Philippine Agri. 47 : 207-213.
14. Onate, L. U, A. M. del Mundo and B. O. Juliano. 1964. Relationship between protein content and eating quality of milled rice. Philippine Agri. 47 : 441-444.
15. Perez, C. M. 1979. Gel consistency and viscosity of rice. In proceeding of the wtorkshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI. p291-302.
16. Perez, C. M. and B. O. Juliano. 1977. Gel consistency as an indicator of eating quality of rice. IRRI. Saturday seminar.
17. Perez, C. M. amd B. O. Juliano. 1979. Indicator of eating quality for nonwaxy rice. Fd. Chem. 4 : 185-195.
18. Willams, V. R., W. T. Wu, H. Y. Tsai and H. G. Bates. 1958. Varietal differences in amylose content of rice starch. J. Agri. Food Chem. 8 : 47-48.

稻米食用品質之改良 I

I. 米粒顆粒澱粉含量及膠體軟硬度之變異[1]

郭益全　謝順景[2]

摘　要

米粒之顆粒澱粉含量及膠體軟硬度為稻米食用品質的兩個重要指標，本研究之目的在發展一快速可靠的去脂方法以解決顆粒澱粉含量分析去脂耗時之困難，並探討膠體軟硬度之穗內、株內及株間的變異，結果如下：

1. 由去脂與不去脂材料之顆粒澱粉含量值的差異知，為避免分析中脂肪對光電比色讀數之干擾，糙米粉末之去脂是必須的，而研究中筆者之簡化省時的去脂方法與 Soxhlet 方法有相同的效果。

2. 印度型稻品種之顆粒澱粉含量較日本型品種者高，反之，印度型稻品種之膠體軟硬度則較日本型稻品種者硬。

3. 膠體軟硬度並無株內穗間及穗內（基、中及頂）之差異，表示作膠體軟硬度分析時，以穗之任一部位或株之任一穗行測定均具有株之代表性。

4. 同試區樣品之膠體軟硬度具株間之差異，暗示土壤及其他環境因素為造成此項差異之原因。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第982號。本研究為行政院科技小組重點計畫 69 農建-5.1-產-081(6)之部份結果。
2. 本所農藝系技士及技正兼系主任。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

Jour. agric. Res. China (中華農業研究) 30(2) : 109~120 (1981)

Distribution of total non-structural carbohydrates in soybean plants at stages of development[1]

D. D. Huang, M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu[2]

Abstract: Five varieties of soybeans were grown in the summer of 1979 and in the spring of 1980. Concentrations of total non-structural carbohydrates (TNC) were determined in different plant fractions harvested at intervals of development. Leaf blade TNC was consistently higher in the spring than in the summer crop, presumably the results of environmental influences. Rapid decline in leaf TNC during pod-filling and the low concentrations (2-3%) in the abscised leaves suggested the redistribution of assimilates. Stems, petioles and pod walls were also sites of stored carbohydrates to meet the demands of developing seeds. In some cases, the presence of abundant TNC in pod walls at R4 stage, along with the decrease of TNC in vegetative organs implied possible requirement of stored energy for the differentiation and growth of pod walls. Translocation from pod walls to seeds was more conspicuous in late (R6-R8) than in early (R4-R6) seed-filling period. Changes of root and nodule TNC were correlated with those of dinitrogen-fixing activity as previously reported. Compared with other varieties, Shih-Shih and Kaohsiung No. 3 maintained relatively high TNC concentrations in roots and nodules during the reproductive phase which coincided with higher activities of dinitrogen fixation. The early-maturing Shih-Shih was characterized by high TNC levels in leaf blades and stems, especially in the spring crop season.

The importance of total non-structural carbohydrates (TNC) to the physiology and yield performance of soybean plants has received less attention than that of nitogen, due mainly to the relatively low carbohydrate concentration in the seeds. However, carbohydrates are the main energy source for the growth and development of almost all the crops. Besides, they are the main substances translocated from maternal tissues to the seeds during pod-filling period of soybeans and are the raw materials for protein and lipid synthesis [8,11,15]. Lawn and Brun [10] reported the close relationship between photosynthate distribution and symbiotic N_2 fixation. Unlike maize, rice, and barley, the soybean stems do not act as temporary storage sites for seed-bound carbohydrates [8]. Thorne [17], on

1. Contribution No. 986 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported in part by a grant from Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, Republic of China.

2. Respectively, Panlt Physiologist, Research Assistant, Agronomist and Senior Plant Physiologist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC

the other hand, observed the redistribution of carbohydrates from pod-walls in short-season soybean varieties. The "nearest-source" concept was further demonstrated by Streeter and Jeffers [16] by indicating the possible contribution of stored carbohydrates in the stems and petioles to the grain yield of soybean crops.

Recent studies [12,16] suggested that soybean plants may be capable, from the standpoint of TNC but not N content, of supporting a greater reproductive load than is usually maintained to maturity. It is therefore of interest to understand the role that carbohydrates, as well as N, play in affecting the physiological activities and yield potential of soybeans.

We have reported the nitrogen status and its relation to N_2 fixation and leaf physiological activities of developing soybean plants [7]. As no information in carbohydrate distribution is available on local varieties grown in Taiwan, the study herein was conducted to investigate the changing patterns of TNC in different plant fractions during the development of early- and medium-maturing soybean varieties. Assessment was also made on their possible impact upon the potential of grain yield.

Materials and Methods

Five commercial soybean varieties, Shih-Shih, Tainung No. 4, Wakasima, Palmetto, and Kaohsiung No. 3, were grown in the summer crop season (July-October) of 1979 and the spring crop season (February-May) of 1980 in 3 × 4.5m plots with 5 replications. Planting density was 50×10 cm. Stands were thinned to two plants per hill after emergence. N, P, and K at the rate of 24, 54, and 96 kg/ha, respectively, were applied at the time of sowing. Experiment was conducted in the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan.

Samplings were made at V3, V5, V7, R2, R4, R6, and R8 stages of plant development according to Fehr *et al.* [6] for determining the concentration of total non-structural carbohydrates. Whole plants including roots with soils were taken from field to the laboratory, cleaned with tap water and dried with towels. They were then separated into leaf blade, petiole, stem, pod wall, root, and nodule fractions. Samples were dried in an air-drafted oven for 2 hrs at 100°C followed by 80°C for 46 hrs, and ground in a Wiley mill through a 40-mesh screen.

Concentration of total non-structural carbohydrates was analyzed according to Smith [14]. Ground samples were first hydrolyzed with takadiastase ("Clarase 40,000", courtesy of Miles Laboratories Inc., U. S. A.) at 40°C for 44 hrs, and reducing sugars were measured by the Shaeffer-Somogyi copperiodometric titration method described by Heinze and of Murneek [cf. 14]. This method of hydrolysis for the determination of TNC has been demonstrated by Streeter and Jeffers [16] and tested by this laboratary as most acceptable for precision, accuracy and recovery of standard added to samples.

Results

Table 1 compared the concentrations of total non-structural carbohydrates in leaf blades of various at stages of development. For the summer crop of 1979, TNC concen-

trations ranged between 2.50-10.36% during the period of V3 to R6. The levels were much higher (3.29-20.78%) for the spring crop of 1980.

Leaf TNC decreased from V3 to V5 and reached the peak value at V7 stage for the soybeans grown in the summer. Shih-Shih, an early-maturing variety, maintained high and constant TNC levels in the leaf blades between V7 and R4 (9.64-9.92%) whereas the other four varieties showed sharp declines during this period, e. g., 2.75-4.25% at R2 and 2.50-3.47% at R4 stage. Generally, TNC concentrations increased slightly from R4 to R6 and decreased again towards maturity. Concentrations at harvest were below 3% except Shih-Shih which still possessed 5.37% of its leaf dry weight as available carbohydrates (Table 1).

Table 1. TNC concentrations (%, dry basis) in leaf blades of developing soybean plants grown in the summer (1979) and spring (1980) crop seasopn

Variety	Crop Season	Developmental Stage						
		V3	V5	V7	R2	R4	R6	R8
Wakasima	Summer	8.09	4.13	9.27	3.10	2.50	3.42	1.91
	Spring	4.13	10.18	16.26	12.69	12.28	11.24	3.54
Tainung No. 4	Summer	8.62	4.00	10.36	2.75	3.47	5.37	2.55
	Spring	4.50	11.75	10.82	11.28	12.49	5.07	2.17
Shih-Shih	Summer	7.93	6.01	9.64	9.92	9.67	7.26	5.37
	Spring	10.69	12.60	15.51	16.56	20.78	8.61	5.51
Kaohsiung No. 3	Summer	8.81	4.12	9.68	4.25	2.61	8.39	2.64
	Spring	3.29	9.58	15.46	10.24	11.85	6.30	2.61
Palmetto	Summer	8.60	6.21	7.15	3.34	3.16	4.98	2.86
	Spring	10.07	9.98	11.46	8.55	9.50	7.09	2.25

A different pattern of changing TNC status was observed in the spring crop. Levels of TNC increased continuously from V3 to V7 and remained high until R4 stage. Concentrations at R4 were between 10-20% for most varieties which were well above the values of summer crop (2.50-9.67%) at comparative growth stage. Highest concentration of 20.78% was also recorded in Shih-Shih variety. The values then decreased rapidly during the pod-filling period (R4-R8) and were below 3% at maturity with the exceptions of 3.54% for Palmetto and 5.51% for Shih-Shih. In other words, TNC concentrations in abscised leaves were similar between the two crops despite the obvious seasonal difference in TNC changes throughout most of the growing period.

The changing pattern of TNC concentrations in leaf petiole (Table 2) was similar to that in leaf blades. In the summer crop season, there were no significant differences

at V3 stage among the 5 tested varieties (5.01-5.81%). TNC levels reached the maximum at V7 (6.10-10.56%) and declined markedly between R6-R8 stages. It was noted that petiole TNC of Shih-Shih remained fairly constant (8.08-9.02%) from V7 to R6 developmental stages while those for the other varieties showed fluctuations during the same period. Concentrations at harvest were between 1.24-2.23% which were lower than those in the leaf blades. For the spring crop of 1980, petiole TNC increased linearly from V3 to V7 and changed little thereafter until R4 stage. The concentrations were much higher than those of the summer crop, especially during the late vegetative and early reproductive periods (V7-R4), e. g., 13-16% vs. 8-9% for Shih-Shih and 16-18% vs. 6-11% for Wakasima (Table 2). TNC decreased considerably then from R4 to maturity and was only 1.39-1.84% at the time of harvest. Comparisons among varieties showed that unlike leaf blades, petioles of the early-maturing Shih-Shih were not higher in TNC than those of the other varieties.

Table 2. TNC concentrations (%, dry basis) in leaf petioles of developing soybean plants grown in the summer (1979) and spring (1980) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage						
		V3	V5	V7	R2	R4	R6	R8
Wakasima	Summer	5.01	5.11	10.56	6.32	6.08	3.66	1.24
	Spring	3.97	6.57	17.66	16.51	16.81	7.16	1.42
Tainung No. 4	Summer	5.06	3.57	9.62	5.05	8.70	11.63	2.23
	Spring	3.86	6.80	12.36	10.63	12.74	9.52	1.84
Shih-Shih	Summer	5.21	5.92	8.08	8.62	9.02	8.11	1.81
	Spring	5.12	8.31	13.49	15.04	15.85	8.92	1.39
Kaohsiung No. 3	Summer	5.81	5.59	8.78	3.64	5.12	8.95	1.40
	Spring	3.84	6.74	14.81	9.03	10.46	6.42	1.40
Palmetto	Summer	5.71	2.94	6.10	5.52	6.00	4.76	2.21
	Spring	4.26	6.35	9.10	9.30	9.92	4.37	1.62

TNC concentrations in the stems were shown in Table 3. Except Shih-Shih, Kaohsiung No. 3 and Palmetto in the summer crop and Palmetto in the Spring crop, the others showed the highest TNC concentration in the stems at V7 stage. The decline after V7 was followed by an increase from R4 to R6 for most varieties in the summer crop season. The most significant decreases were observed between, in addition to V7-R2, R6 and R8 stages (from 4-6% to 1-1.5%). A different picture was noted in the spring season. Stems of Wakasima, Shih-Shih, and Kaohsiung No. 3 contained higher than 10% of available carbohydrates before stage R4. Sharp declines were observed at R6 and R8 sta-

ges. On the other hand, TNC concentrations in the stems of Tainung No. 4, a medium-maturing and high-yielding variety, decreased from 11.01% to 6.67% early in the reproductive phase (V7-R2). The level was not decreased further until full maturity. For Palmetto, a continuous decline after V7 was characteristic. Concentration of TNC in the harvested stems ranged from 1-1.5% which were somewhat lower than those in the leaf blades and petioles (Table 3).

Table 3. TNC concentrations (%, dry basis) in stems of developing soybean plants grown in the summer (1979) and spring (1980) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage						
		V3	V5	V7	R2	R4	R6	R8
Wakasima	Summer	3.95	5.94	7.62	3.59	3.69	4.14	1.49
	Spring	4.61	8.40	13.10	9.89	11.49	5.20	1.30
Tainung No. 4	Summer	5.71	3.32	6.29	4.03	3.56	6.28	1.00
	Spring	4.41	7.90	11.01	6.67	6.87	5.92	1.42
Shih-Shih	Summer	7.68	4.91	5.10	5.99	5.59	6.02	1.48
	Spring	12.36	11.62	12.53	11.46	12.23	5.61	1.42
Kaohsiung No. 3	Summer	6.18	4.99	5.28	3.71	4.39	5.91	1.43
	Spring	6.07	8.91	12.44	6.40	10.77	3.51	1.22
Palmetto	Summer	6.35	2.35	4.38	3.65	3.84	3.48	1.33
	Spring	12.19	7.31	7.70	5.43	4.40	3.87	1.10

The roots of soybeans contained less TNC when compared with other plant fractions (Table 4). The concentrations were generally below 5% for all the varieties at any developmental period. Highest values were also recorded at V7 stage in both crops except Shih-Shih, and a second peak occurred at R4 or R6 depending on varieties or crop seasons. When grown as summer crop, Kaohsiung No. 3 had relatively high TNC content in the roots at R6 (4.74%) followed by Shih-Shih (3.27%). The concentration for other varieties ranged from 1.62% to 2.85%. Decreases in root TNC during pod-filling were more pronounced between R6 and R8 for the summer crop and between R4 and R6 for the spring crop. Table 4 also showed that final concentrations were usually below 1%.

Root nodules, the site of N_2 fixation, contained TNC at levels comparable to those in the roots in the summer crop. As shown in Table 5, maximum concentrations of 3.33-4.36% were reached at V7 stage except Shih-Shih which had the highest value (4.11%) at R2. In general, TNC decreased during the reproductive growth period. It was interest to note that Kaohsiung No. 3 and Shih-Shih were higher in TNC than the other varieties

Table 4. TNC concentrations (%, dry basis) in roots of developing soybean plants grown in the summer (1979) and spring (1980) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage						
		V3	V5	V7	R2	R4	R6	R8
Wakasima	Summer	—	2.17	4.05	2.18	2.48	1.62	1.03
	Spring	3.30	4.08	5.05	4.43	5.72	1.91	0.86
Tainung No. 4	Summer		2.60	3.15	2.23	2.20	2.85	0.98
	Spring	2.64	2.93	3.73	2.72	3.13	2.10	1.03
Shih-Shih	Summer		1.84	2.31	2.79	3.09	3.27	0.77
	Spring	4.29	3.71	3.74	4.66	5.43	2.16	0.92
Kaohsiung No. 3	Summer		2.63	4.22	3.77	2.75	4.74	0.61
	Spring	3.15	3.32	4.89	3.42	4.10	2.03	0.86
Palmetto	Summer		2.53	2.59	2.61	2.09	2.04	1.16
	Spring	3.96	3.24	3.12	2.06	2.23	1.54	1.26

Table 5. TNC concentrations (%, dry basis) in root nodules of developing soybean plants grown in the summer (1979) spring (1980) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage				
		V5	V7	R2	R4	R6
Wakasima	Summer	3.23	4.36	3.21	2.15	1.38
	Spring	14.58	11.86	4.30	4.40	2.70
Tainung No. 4	Summer	3.31	3.33	2.62	2.12	1.92
	Spring	10.60	6.03	4.60	3.85	2.98
Shih-Shih	Summer	2.49	3.33	4.11	2.91	2.38
	Spring	14.69	9.65	6.13	5.46	2.77
Kaohsiung No. 3	Summer	2.92	3.66	2.37	2.45	3.14
	Spring	14.44	11.51	4.93	6.17	2.86
Palmetto	Summer	2.53	3.71	2.31	1.99	1.42
	Spring	16.81	8.83	4.93	5.73	2.65

during the developmental period of R2 to R6. At R6, or rapid pod-filling, when the activity of N_2 fixation showed marked decline, nodule TNC was between 1.38-1.92% for Wakasima, Tainung No. 4 and Palmetto. They were 2.38% and 3.14%, respectively, for Shih-Shih and Kaohsiung No. 3.

For the spring-grown soybeans, maximum TNC concentrations of 10.60-16.81% in root nodules recorded occurred at V5 stage (Table 5). Those values were 3 to 4 times higher than the highest concentrations (3.33-4.36% at V7) in the summer soybeans. TNC decreased continuously from V5 with the advance of maturity. They ranged between 4-6% during the period of pod development (R2-R4), which were also higher than those (2-4%) of the summer crop. Shih-Shih and Kaohsiung No. 3 contained more TNC in root nodules than the other varieties in this period. However, no varietal difference was found at R6 stage.

Table 6. TNC concentrations (%, dry basis) in pod walls of developing soybean plants grown in the summer (1979) and spring (1980) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage		
		R4	R6	R8
Wakasima	Summer	7.70	4.20	2.86
	Spring	6.46	8.56	2.95
Tainung No. 4	Summer	6.90	5.73	3.31
	Spring	6.50	7.07	2.71
Shih-Shih	Summer	7.30	4.96	2.68
	Spring	6.76	6.08	2.75
Kaohsiung No. 3	Summer	5.31	6.80	2.72
	Spring	7.87	6.58	2.32
Palmetto	Summer	6.81	5.88	3.25
	Spring	8.05	6.37	2.39

Table 6 showed the concentrations of TNC in pod walls during the reproductive phase of R4 to R8. Pod-wall TNC peaked at R6 for Kaohsiung No. 3 (6.80%) while the maximum concentrations were recorded at R4 for the remaining varieties (6.81-7.70%) in the summer crop. On the other hand, Wakasima and Tainung No. 4 showed increases from R4 to R6, whereas Shih-Shih, Kaohsiung No. 3 and Palmetto were highest in TNC at R4 stage in the spring crop season. Decreases during this period of pod-filling were more significant between R6 to R8 stage in most cases. Final concentrations of TNC in the abscised pod walls, ranged from 2.32 to 3.31%, did not suggest any seasonal or varietal difference.

Discussion

Leaf blade TNC was significantly higher in the spring than in the summer crop (Table 1), presumably the result of environmental difference. Pattern of temperature-change during the course of soybean development is from low to high in the spring and from high to low in the summer crop season. According to the climatic study of Chen and Chen [1], at the time of reproductive growth, soybeans grown as spring crop (April -May) were under higher temperature and solar radiation than as summer crop (Sept. -Oct.). Consequently, levels of TNC in leaf blades of the former 2-5 times higher than those of the latter.

Dunphy and Hanway [3] reported that water-soluble carbohydrate concentration in the leaves increased during the growing season and reached 15-17% when the leaves started to yellow (R7). Ciha and Brun [2], on the other hand, found little change in starch and free sugar levels during the seed filling period. The results of this experiment showed a slight increase in TNC concentration in the leaves from R4 to R6 stage in the summer crop but a sharp decline in the spring crop, indicating possible difference in assimilate distributiion and activities of assimilation between the two crop seasons.

The effect of carbohydrate concentration on photosynthesis has been a subject of interest and dispute. Thorne and Koller [18] found that starch concentration in soybean leaves was inversely correlated with the rates of net photosynthesis and assimilate translocation. They also observed that sucrose level had little adverse effect on the photosynthetic rate. In studying single-leaf photosynthesis during leaf expansion, Silvius *et al.* [13] did not find any correlation between starch concentration and synthetic activity and suggested that sucrose phosphate synthetase might have an important regulatory role in photosynthate partitioning and translocation. The results of this study did not provide direct evidences because starch and sucrose concentrations had not been determined separately. However, the marked differences in leaf TNC between crop seasons and among varieties did suggest possible variations in photosynthetic activities as the efficiency of leaves was judged by their capacity to export assimilate to centers of assimilate demands [13]

Dunphy and Hanway [3] pointed out that the continuous increase in leaf water-soluble carbohydrate concentration during the seed-filling period was a limiting factor for seed production. Streeter and Jeffers [16] found that increasing reproductive load by 30% appeared to have little effect on the levels of TNC and hence concluded that stored carbohydrates in leaf blades were relatively unavailable for supporting seed development. Similar results were obtained by Egli *et al.* [5] On the contrary, we found sharp declines in leaf blade TNC during late seed development (R6-R8), especially for the spring (Table 1). Wilson *et al.* [20] showed that reduced pod set caused increased carbohydrate accumulation in the leaves of male-sterile soybean plants. These results implied that leaf blades were possible source of stored carbohydrates to the developing seeds. Table 1 also showed very low leaf TNC (2-3%) at R8 stage (maturity) in both crop seasons which was far below the results of Dunphy and Hanway [3] (15-17%), Streeter and Jeffers [16]

(9-10%) , and Egli *et al.*[5] (8.5% starch plus free sugar) but was comparable to the values reported by Hsu[cf.3] (2-3%). Our results suggested the existence of extensive translocation of leaf carbohydrates to the seeds in the spring crop as a result of either seed demands or leaf senescence. Variations in the source-sink ratio due to variety-environment interactions should also be considered in discussing the contribution of leaf carbohydrate to the grain yield of soybeans.

Concentrations of TNC were highest in the petioles (Table 2) and stems (Table 3) at the stage of V7 and declined rapidly during pod and seed development. Dunphy and Hanway[3] reported similar accumulation of water-soluble carbohydrates prior to seed filling and the subsequent decreases in these vegetative organs. Stephenson and Wilson[5] also reported that between pre-flowering and early pod development, assimilate was stored in the stems and transferred to pods during later development. Further evidence was provided by Kollman *et al.*[9] by indicating a 40% decrease in the amount of stem plus petiole carbohydrates was associated with increasing sink size from zero to 2.7 pods per node. It was thus clear that stems and petioles served as major sources of stored carbohydrates for the developing seeds, a conclusion also stated by Streeter and Jeffers[16]. Furthermore, the results of this study suggested that pod differentiation might also require the supply of stored energy from stems and petioles for at least some of the tested varieties. Its implication to grain yield or sink capacity remained to be clarified.

Pod walls were also able to provide carbohydrates accumulated earlier to the developing seeds. Table 6 showed the marked decline of TNC concentration in pod walls from R4 to R8 stages for all the tested varieties. Such translocation was more conspicuous between R6 to R8 for most varieties in both crop seasons, suggesting the dependence of seeds on stored carbohydrates during the rapid-filling period. Actually, TNC continued to accumulate in pod walls from R4 to R6 in some cases. Thorne[17] calculated that 12.7% of the final seed yield of Norman soybean was contributed by the redistributed carbohydrates from pod walls. In an earlier report, Egli *et al.*[4] also suggested that leaf blades and pod walls were the main sources of supplying nitrogen to the seeds.

The roots of soybean plants had TNC concentrations lower than other vegetative organs with the highest concentration not exceeding 6% at the stage of V7 or R4 (Table 4) which were in close agreement with previous reports in soybeans[11,16]. It was found that the size of reproductive load affected significantly root carbohydrate content. Wilson *et al.*[20] reported that total carbohydrates in roots of male-sterile soybean plants increased from 1.7 to 7.6 times that in the male-fertile roots. Using labelled CO_2 to study the distribution of assimilates in soybeans, Hume and Criswell[8] observed less translocation of ^{14}C-labelled materials to the roots in the reproductive stage than in the vegetative stage. The decline of root TNC during reproductive growth shown in this study might therefore indicate that carbohydrates were consumed locally rather than transported to other demanding sink.

Stephenson and Wilson[15] showed that leaves exported little carbohydrate to the

roots during pod-filling. Hume and Criswell [8] also found that root nodules harvested one week after $^{14}CO_2$ assimilation at flowering accumulated more ^{14}C than after $^{14}CO_2$ assimilation at other stages, indicating that assimilate supplies to nodules were greatest at flowering. Similarly, the activity of N_2-fixation was also highest during this period [7]. The importance of photosynthetic products to symbiotic N_2-fixation has been acknowledged for some time. Lawn and Brun [10] reported the decline of N_2-fixing activity in soybeans during pod-filling was the result of inadequate assimilate supply to the nodules. The pattern of decreasing nodule TNC, as shown in Table 5, was parallel to that of decreasing N_2-fixing activity reported by Lawn and Brun [10] and this laboratory [7]. Therefore, how to keep TNC in roots and nodules at higher levels in order to prolong the N_2-fixing activity is important in maintaining better N nutrition and physiological activities of the soybean plants.

The remarkable linearity of seed growth (unpublished data) in spite of daily fluctuation of photosynthate production [19] suggested a possible role of assimilate redistribution. Streeter and Jeffers [16] concluded that the nearest sources - pod walls, stems, and petioles - served as sources of providing carbohydrates to the developing seeds. Thorne [17] also found that in extremely short-season cultivars, assimilate storage and redistribution might effectively lengthen the period of pod-filling and thus contributed significantly to seed yield. Judging by the changes in TNC concentrations in different fractions during the growth course of soybeans, we found that leaf blades, petioles, stems, and pod walls were all possible sites of stored carbohydrates for future seed development. The balance of carbohydrate distribution between roots and other organs during reproductive growth was also of extreme importance when activity of N_2-fixation was concerned.

Literature Cited

1. Chen, M. Y. and C. Y. Chen. 1979. Microclimate of the rice fields in central and southern Taiwan. J. Agri. Asso. China Special Issue, 1979 : 69-83.

2. Ciha, A. J. and W. A. Brun. 1978. Effect of pod removal on nonstructural carbohydrate concentration in soybean tissue. Crop Sci. 18 : 773-776.

3. Dunphy, E. J. and J. J. Hanway. 1976. Water-soluble carbohydrate accumulation in soybean plants. Agron. J. 68 : 697-700.

4. Egli, D. B., J. E. Leggett and W. G. Duncan. 1978. Influence of N stress on leaf senescence and N redistribution in soybeans. Agron. J. 70 : 43-47.

5. Egi, D. B., J. E. Legget and A. Cheniae. 1980. Carbohydrate levels in soybean leaves during reproductive growth. Crop Sci. 20 : 468-473.

6. Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci. 11 : 929-931.

7. Huang, D. D., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1980. Nitrogen distribution and N-fixing activity of developing soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants. J. Agri. Res. China 29 (2) : 93-102.

8. Hume, D. J. and J. G. Criswell. 1973. Distribution and utilization of ^{14}C-labelled assimilates in soybeans. Crop Sci. 13 : 519-524.

9. Kollman, G. E., J. G. Streeter, D. L. Jeffers and R. B. Curry. 1974. Accumulation and distribution of mineral nutrients, carbohydrate, and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. Agron. J. 66 : 549-554.

10. Lawn, R. J. and W. A. Brun. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. I. Effect of photosynthetic source-sink manipulations. Crop Sci. 14 : 11-16.

11. Phillips, D. V. and A. E. Smith. 1974. Soluble carbohydrates in soybean. Can. J. Bot. 52 : 2447-2452.

12. Schou, J. B., D. L. Jeffers and J. G. Streeter. 1978. Effects of reflectors, black boards, or shades applied at different stages of plant development on yield of soybeans. Crop Sci. 18 : 29-34.

13. Silvius, J. E., D. F. Kramer and D. R. Lee. 1978. Carbon assimilation and translocation in soybean leaves at different stages of development. Plant Physiol. 62 : 54-58.

14. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wis. Agri. Exp. Sta. Res. Rep. 41, 11pp.

15. Stephenson, R. A. and G. L. Wilson. 1977. Patterns of assimilate distribution in soybeans at maturity. II. The time course of changes in 14-C distribution in pods and stem sections. Aust. J. Agri. Res. 20 : 395-400.

16. Streeter, J. G. and D. L. Jeffers. 1979. Distribution of total non-structural carbohydrates in soybean plants having increased reproductive load. Crop Sci. 19 : 729-734.

17. Thorne, J. H. 1979. Assimilate redistribution from soybean pod walls during seed development. Agron. J. 71 : 812-816.

18. Thorne, J. H. and H. R. Koller. 1974. Influence of assimilate demand, translocation, and carbohydrate levels of soybean leaves. Plant Physiol. 54 : 201-207.

19. Upmeyer, D. J. and H. R. Koller. 1973. Diurnal trends in net photosynthetic rate and carbohydrate levels of soybean leaves. Plant Physiol. 51 : 871-874.

20. Wilson, R. F., J. W. Burton, J. A. Buck and C. A. Brim. 1978. Studies on genetic male-sterile soybeans. I. Distribution of plant carbohydrate and nitrogen during development. Plant Physiol. 61 : 838-841.

大豆植株內非構造性碳水化合物之分布[1]

黃定鼎 沈美珍 陳建山 劉大江[2]

摘 要

試驗以五個大豆品種爲材料，於民國68年夏作與69年春作栽培，在各生育階段測定不同器官內非構造性碳水化合物（TNC）濃度的變化。試驗結果發現春作大豆葉片之TNC濃度顯著較夏作大豆爲高，係環境因子影響之結果，莢果充實期間葉片TNC濃度大幅下降，成熟期之老化葉片內僅介於２—３％之間，品種與期作間表現一致，顯示有光合成物質再分佈之現象；莖、葉柄與莢果壁貯存之碳水化合物亦同爲供應種子發育需要之來源。部份品種營養器官TNC濃度在生殖生長初期有降低的趨勢，同時莢果壁的含量上升，顯示貯存性碳水化合物對莢果壁之分化與生長具有重要性。碳水化合物自莢果壁向種子之轉流，以充實後期（R6-R8）較高，而充實前期（R4-R6）較低。根與根瘤內TNC濃度經發現與固氮作用活性呈平行關係存在，十石與高雄三號品種在生殖生長期之TNC濃度較其他品種爲高，同時具有較旺盛的固氮作用活性。早熟品種十石之葉片與莖內含有較多量非構造性碳水化合物，尤以春作之生殖生長期更爲明顯，是否與產量穩定性有關，尚待繼續研究。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 986 號。本試驗承行政院農業發展委員會提供部份補助，謹此致謝。
2. 本所農藝系技士、研究助理、技士、技正。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2):121～131 (1981)

菸草、水稻及蘆筍培養花葯褐變與癒傷組織形成之關係[1]

蔡新聲[2]

摘要：利用菸草、水稻及蘆筍三種主要作物的花葯培養，調查花葯癒傷組織的形成與培養花葯褐化間的關係，發現菸草及水稻，培養花葯過早褐變會降低癒傷組織形成的能力，兩種作物均顯示在培養第4週以後才褐化的花葯，所具有誘導癒傷組織或胚狀體形成的能力最高。秈稉稻雜種的花葯，培養後褐變的早晚，各雜交組合間亦呈褐變早者癒傷組織形成能力低，褐變晚者癒傷組織形成能力高的趨勢。蘆筍的花葯會在培養後第2～3週間轉變成褐色或白色，資料顯示花葯的褐變與癒傷組織的形成有明顯的正相關(相關係數 r＝0.804**)，白化的花葯幾乎不具有形成癒傷組織的能力。花葯早期褐變所導致癒傷組織形成能力的低下，可能係酚類物質（phenolic compound）氧化所生之 quinone 產生毒害，不利於小胞子發育形成癒傷組織所致。蘆筍培養第3週後褐化之花葯形成癒傷組織之能力較高，其原因可能爲蘆筍花葯癒傷組織的形成在培養後2～3週間。白化之花葯可能係已死亡或活力減低之花葯變色所致。

利用花葯培養獲得的單元體進行染色體數的倍加，可得完全同質的純二元體，這種方式的作物育種不但能縮短時間，且能提高選拔效果，是先進國育種工作人員最近採行的育種新方法 [2]。唯目前一般作物誘導花葯產生癒傷組織或單倍體的頻率仍太低，因此限制了花葯培養被廣泛的應用於實際的育種工作上。

蔡和林， Mii 等氏都指出花葯褐變之速率與植物體形成之間有明顯的負相關 [1,11]。Anagnostakis 氏及 Bajaj 氏等也發現菸草花葯培養時，若能抑制花葯之褐變，則可增加植物體形成之比率 [3,4]。爲配合育種使花葯培養達到實用化的階段，提高花葯癒傷組織形成的能力是我們應努力的目標。本文係有關菸草、水稻及蘆筍等三種主要作物的花葯培養，希望由癒傷組織形成力與花葯褐化的關係，找出提高花葯 callus 形成能力的方法。

材料與方法

一、菸草花葯培養

採取溫室種植 Wisconsin 38 品種，花萼及花冠之比約爲1：1的花蕾，以 5% Purex （含 0.5% 次氯酸鈉）消毒 10 分鐘後，再以無菌水清洗數次，然後將花葯自花蕾中取出接種於培養基上。花葯的採取需特別小心，以避免花葯壁等體細胞組織受到傷害；每個花蕾含5個花葯，取其中一個立刻以醋洋紅壓潰法檢定其時期，若發現小胞子正值第一次有絲分裂期，則將剩餘四個花葯培養於含有 10 ml 裝於 25×150 mm 試管之培養基上。基本培養基採用含有3%蔗糖，0.8% phytagar, 0.4 mg/l thiamine·HCl 及 100 mg/l inositol 之 Murashige and Skoog (MS) (1962) 基

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 963 號。
2. 本所農藝系技正・臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

本鹽類培養基[12]。

二、水稻花葯培養

水稻花葯培養所用的材料爲臺農 67 號，F_1-3（臺中秈 3 號／臺農 67 號 ∥IR 30), F_1-4 (BG 35-2/PI 162319∥Milyang 23), F_1-11（高雄育 104／臺農67號），F_1-14 (M 9/IR30), F_1-15 (M 9/嘉農育 247) 及 F_1-21 (M 9∥Tan 1/Ta-Poo-Cho-Z) 等雜交組合之花葯。臺農 67 號品種及雜交 F_1 之稻穗，係採自本所農藝系稻作研究室種植於臺中縣霧峰鄉試驗農場的植株。將劍葉葉耳距下位葉葉耳約 5 cm 時之稻穗連同劍葉摘下，以 70% 的酒精擦拭葉鞘外部後，將幼穗取出，浸漬於 70% 酒精中 30 秒，再以 0.5% 的次氯酸鈉消毒 3 分鐘。經消毒後之稻穗以無菌水冲洗 3～4 次，移至含 5 ml 改良液體 MS 培養基之 9 cm 培養皿上，以鑷子挑取單核期之花葯，接種於含有 10 ml 固體培養基之試管上[6]。基本培養基爲無機鹽類（除 Na-Fe-EDTA 外）減半，配合 6% 蔗糖，0.8% agar, 100mg/l inosital, 4 mg/l α-Naphthaleneacetic acid (NAA) 及 2 mg/l 6-Furfurylaminopurine (Kinetin) 之改良 MS 培養基。

三、蘆筍花葯培養

蘆筍花葯爲取自臺南改良場本場及義竹工作站之美國 UC 系統優良品種。將蘆筍花蕾經 10°C 低溫之儲藏 5 小時後（由臺南搬運至農試所），以 10% Clorox（含0.5%次氯酸鈉）消毒10分鐘，再以無菌水冲洗數次後，將不同發育時期或不同品種之花葯自花蕾中取出接種於培養基上。基本培養基爲含有 6% 蔗糖， 0.8% phytagar, 100 mg/l inosital, 2 mg/l NAA 及 1 mg/l Benzyl aminopurine (BA) 之改良 MS 基本鹽類培養基。

以上三種作物花葯培養所採用的培養基，pH 在消毒前均經調整爲 5.7±0.1，以 15 lb/in^2, 121°C 之高溫高壓消毒 15 分鐘。配製完成之培養基均於一星期內使用。

四、培養環境及調查統計分析

將上述接種完畢之試管材料置於 27°±1°C 之恆溫，以黑暗（蘆筍）或 1,000 lux（菸草及水稻）之光强，每日行 16 小時之照光下培養。每 3～7 天調查花葯褐變及癒傷組織或單倍體形成的情形，花葯呈咖啡色或黑色者均視爲褐變，以二項分佈求出百分比之信賴介值，做爲不同處理之比較。

結果與討論

一、菸草

表 1 爲 1978 年 9、10 及 11 等三個月份菸草花葯培養，形成單倍體之花葯數及每個花葯獲得單倍體數之結果；資料顯示 11 月份不但形成單倍體的花葯數多，且每個花葯形成的單倍體數也較 9、10 兩月份高， 9 月份所培養的菸草花葯單倍體形成能力最差，其原因蔡氏曾報導可能與 9 月份的高溫或長日照有關[19]。

表 1. 9～11月菸草培養花葯之單倍體形成率及每個花葯所形成之單倍體數

Table 1. The percentage of embryogenic anther and number of plant regenerated per anther of cultured tobacco anther taken from donor plants at September to November.

Flowering months	Number of anther cultured	Embryogenic anther			Total plant produced	No. of plant regenerated per anther
		No.	%	0.95 CL[a]		
September	354	110	31	26-37	837	2.4±1.9
October	114	48	42	32-52	453	4.0±1.6
November	334	228	68	63-73	7,561	22.6±5.3

a. 95% Confidence limit.

表 2 爲三個培養月份下，不同培養日期之菸草花葯，以週爲單位褐化的百分比。資料顯示褐化的情形在各培養日期間並沒有一定的關係。而表 3 以不同時間內褐化之花葯形成單倍體的百分比來比較，却顯示出 11 月份所培養的花葯，在培養後第 3 週及第 4 週才褐化的花葯約有 75% 的花葯可形成單倍體，11 月 15 日第 4 週才褐化的花葯，可形成單倍體的花葯更高達 96%，而 9 月份三次不同培養日期，在培養第 3 週以後才褐化的花葯却只有 35% 左右可形成單倍體，10月份相同時期的花葯形成百分比約 50% 則正好介於 9、11 月間。早期如培養後 2 週內褐化的花葯單倍體形成的能力，6 個不同的培養日間並沒有太大的差異。這種資料顯示 11 月份所培養的花葯具有較高的單倍體形成能力，主要原因爲晚期褐化之花葯具有較强之單倍體形成能力。

表 2. 不同時期之菸草花葯培養以週爲單位褐化之百分率

Table 2. Percentage of browning anther at intervals of culture in tobacco anther culture initiated at different dates.

Dates of culture	No. of anther inspected	Days in culture							
		0～7		8～14		15～21		over 22	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
13/IX	99	17	17.2	5	5.1	38	38.4	39	39.4
22/IX	118	12	10.2	8	6.8	23	19.5	75	63.6
28/IX	237	26	11.0	24	10.1	116	48.9	71	30.0
5/X	228	55	24.1	25	11.0	106	46.5	42	18.4
1/XI	170	21	12.4	43	25.3	31	18.2	75	44.4
15/XI	164	24	14.6	23	14.0	25	15.2	92	56.1
Total & Average	1016	155	15.3	128	12.6	339	33.4	394	38.8

表 3. 不同時期之菸草花葯培養以週爲單位形成單倍體花葯之百分率

Table 3. Percentage of embryogenic anther at intervals of culture in tobacco anther culture initiated at different dates.

Dates of culture	Days needed for cultured anther turning brown			
	0～7	8～14	15～21	over 22
13/IX	5.9	0.0	47.4	33.3
22/IX	0.0	25.0	34.8	29.3
28/IX	15.4	25.0	30.2	31.0
5/X	5.5	24.0	43.4	54.8
1/XI	4.8	16.3	77.4	73.3
15/XI	4.2	30.4	68.0	95.7

圖 1 爲以表 3 的資料綜合整理所得形成單倍體花葯的百分比，並以 2 項分佈法求得 95% 信賴介值 (confidence limit) 的柱形圖。圖中顯示菸草花葯的培養，單倍體形成的能力與培養花葯褐化的早晚成反比。例如：在培養一週內褐化的花葯只有 6.5% 可形成單倍體，第 2 週褐化的花葯則增高爲 21.9%，遲至第 3 週以後才褐化的花葯則約有半數以上具有形成單倍體的能力。

表 4 爲菸草不同培養日期下，花葯褐變的早晚與每個花葯形成單倍體數目之關係；資料顯示具有

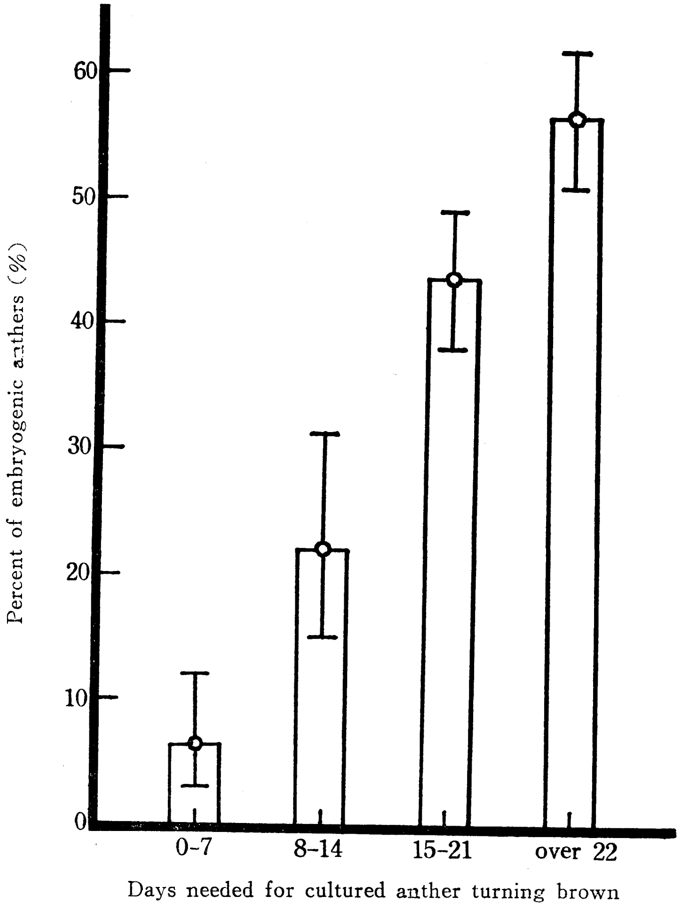


圖 1. 菸草培養花葯褐化與單倍體形成之關係

Fig. 1. The relationship beeween anther browning and embryogenesis in tobacco anther culture.

單倍體形成能力較佳的 11 月份，在培養 3 週後才褐化的花葯，每個花葯形成單倍體的數目高於其它培養日期甚多，而在培養第 2 週褐化的花葯，單倍體形成的數目比起其它月份增加不多，第一週即已褐化之花葯，幾乎不具有單倍體形成的能力。9 月份培養花葯誘導單倍體數目低落的原因，主要在晚期褐化的花葯（3 週以上），形成單倍體的數目並沒有太大的改善。

表 4. 不同時期之菸草花葯培養，不同週數褐化之花葯所形成之單倍體數

Table 4. The number of plant regenerated per anther at intervals of culture in tobacco anther culture initiated at different dates.

Dates of culture	Days needed for cultured anther turning brown			
	0~7	8~14	15~21	over 22
13/Ⅸ	0.1	0.0	3.9	3.1
22/Ⅸ	0.0	0.4	1.7	1.2
28/Ⅸ	1.9	1.9	3.3	1.3
5/Ⅹ	0.7	2.4	4.3	5.4
1/Ⅺ	1.2	3.5	40.8	30.1
15/Ⅺ	0.0	3.8	18.8	31.0

菸草花葯壁在花葯培養中所扮演的角色，及因花葯褐變早晚所造成植物體的形成與否，許多文獻均曾提及；Pelletier 和 Ilami氏[16] 發現菸草花葯培養超過 25 天才褐變之花葯，產生植物體的能力比早期褐變之花葯强。Mii 氏[11] 報導菸草花葯培養在最初 2 星期褐變之花葯，其植物體形成百分比極低，能維持較長時間才褐變之花葯，形成植物體之能力較高，雙核期之花葯比單核期或有絲分裂期更易褐變，他解釋為雙核期之花葯因對切離之方式、消毒方法及培養基組成份極為敏感所致，所以他認為花葯壁的組織對花粉粒之分裂，可能扮演著一種保護作用。Dunwell 氏[8] 報導菸草母株於 8 小時短日强光，20°C 下所產生之花葯，因花葯壁中之荷爾蒙正處於誘導花葯形成胚狀體之最佳平衡狀態，故培養後具有較高之植物體形成率。

蔡氏[19] 報導花葯壁最內的 Tapetum 層，發育的好壞會對菸草花葯培養單倍體的形成造成重大的影響。Maheshwari(1950)及 Clowes and Juniper(1968)等氏認為 Tapetum 層的細胞，因 DNA 合成比一般二倍體細胞快，故常久以來即被認為是 DNA 的主要儲存場所，經分解後的 Tapetum 細胞，可能扮演著供給養份以為小胞子發育的角色[7,10] Sunderland and Roberts 也曾報導菸草花葯培養 Tapetum 細胞的主要功用，為供給小胞子發育成胚狀體過程中初期的養分[18]。Kohlenback 等氏(1978) 更以液體培養的方法證明了Tapetum層發育的好壞，是決定菸草分離小胞子能否發育成單倍體的主要因素之一[9]。本文所得的結果證明培養花葯初期的褐化，會使單倍體形成受到極大的影響。綜觀以上諸學者的發現及本文試驗結果得知，早期褐化的花葯，可能因 Tapetum 層細胞壞死，無法供給小胞子養分，因而使得單倍體的形成率降低。

二、水稻

圖 2 顯示臺農67號水稻花葯培養，以週為單位調查花葯褐變的情形及癒傷組織形成能力間之關係，結果發現花葯褐變的早晚與癒傷組織之形成率具有負的相關關係。圖 2 顯示培養第 1 週即已褐變的

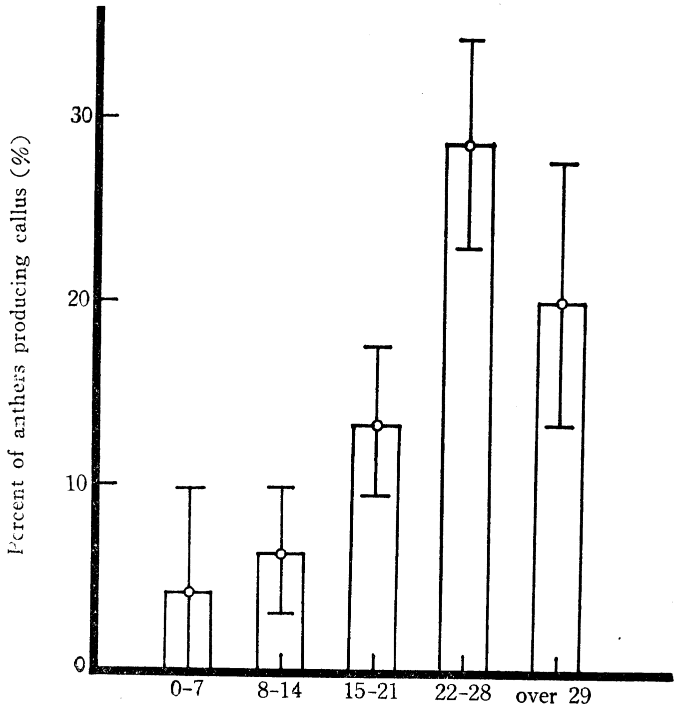


圖 2. 水稻培養花葯褐化與癒傷組織形成之關係

Fig 2. Relationship between percentage of anthers forming callus and anthers turning brown in rice anthers cultured

花葯，癒傷組織形成率只有約 4 %，隨著褐變的延緩，癒傷組織形成率提高，第 4 週才褐變的花葯癒傷組織形成率可高達 29%，超過第 5 週仍未褐變之花葯，其癒傷組織形成率則又降至 20% 左右；此乃因超過第 5 週仍未褐變之花葯含有白色的死亡花葯，因而降低其癒傷組織形成率。

六種雜交組合 F_1 的花葯培養，由圖 3 顯示花葯褐變之速率亦因不同之雜交組合而異，F_1-4 褐變速率最快，其它五種雜交組合之花葯褐變速率相差不大。再由圖 4 得知 F_1-4 之雜交組合癒傷組織形成率僅 1 %而已，而其它五種組合則都在 24～43% 之間，由圖 3 、 4 可明顯看出，花葯褐變之速率與癒傷組織形成百分比間有極明顯的關係存在，即褐變速率愈快的花葯，其癒傷組織形成也愈差。

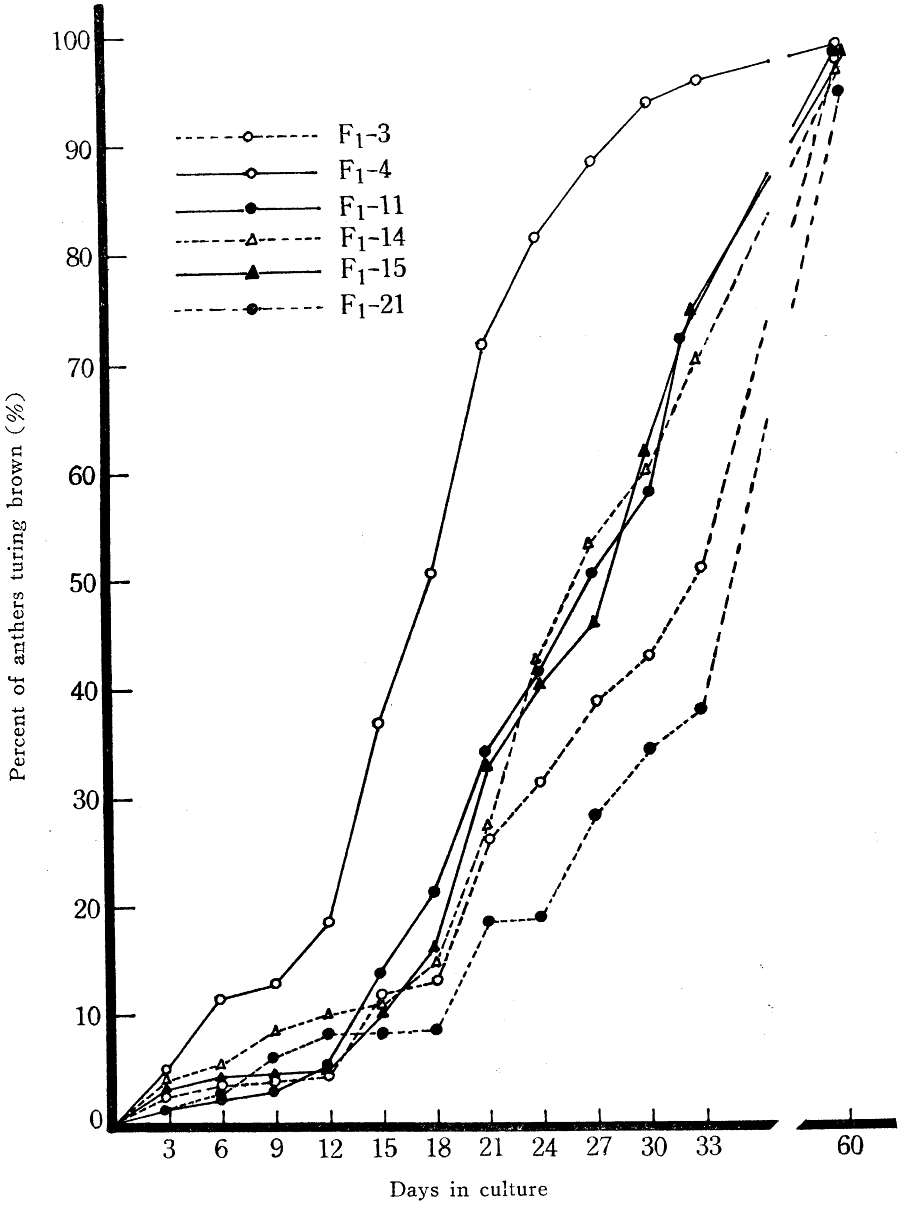


圖 3. 水稻不同雜交組合 F_1 培養花葯褐化之頻度

Fig. 3. Frequencies of anthers turning brown from different F_1 hybrid anthers culture of rice.

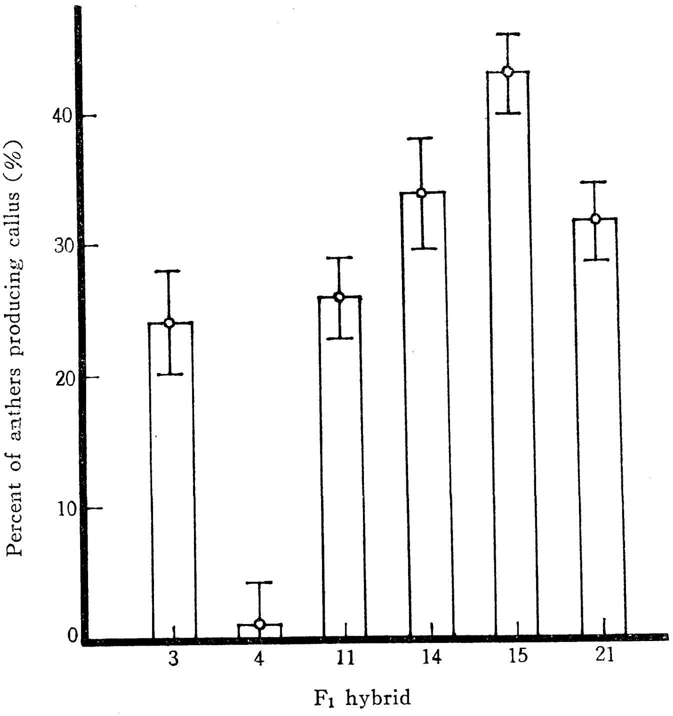


圖 4. 水稻不同雜交組合 F_1 花葯培養癒傷組織形成百分率

Fig. 4. Varietal difference in formation of callus of F_1 hybrid anthers culture of rice.

過早褐變的花葯（癒傷組織形成能力較差的原因）可能因花粉粒無法獲得來自花葯壁促進生長分裂之未知物質，因而使癒傷組織或植物體形成率降低。而遲至第 4 週以後才褐變之花葯，却又顯示褐變之物質對癒傷組織形成能力影響較小，其原因可能爲水稻花葯癒傷組織的產生，約在培養21天左右開始，陳氏發現培養 27 天之花葯，其花葯壁內花粉粒之發育，已分裂爲含有 100 個細胞左右之多細胞現象 [5]，這種癒傷組織前身之多細胞體已可利用培養基之養分， 不必再依賴細胞壁傳送養分 ，是故培養第 4 週以後花葯之褐變對發育中的多細胞作用較小。

三、蘆筍

蘆筍的花葯經 3 週左右的培養，將由黃色轉變成褐色或白色，這種培養花葯早期顏色的改變，當與培養 2 個月後癒傷組織的形成相比較時，發現蘆筍花葯培養褐化的百分比與癒傷組織的形成間有極明顯的關係 。 表 5 的資料爲不同發育時期的蘆筍花葯，在不同培養條件及以 UC 157, UC 309 等數種主要品種的花葯爲培養材料之試驗結果。資料顯示花葯培養 3 週後褐化的百分比愈高，則癒傷組織的誘導率也愈好。圖 5 爲利用表 5 之 27 組試驗資料求得的迴歸線及相關係數 ， 發現蘆筍培養花葯的褐化與癒傷組織形成的相關值高達 r=0.8046**，這種結果明白的顯示蘆筍花葯培養以 3 週後花葯的褐化與否爲其癒傷組織形成的第一步，褐化之花葯表示經三週後的培養仍然是活的，而變白的花葯則意味著死亡或無功能的花葯，故無法形成癒傷組織。

蘆筍的試驗結果乍看之下似與菸草或水稻的結果相反，但事實上却極爲一致。因蘆筍花葯培養後極少在初期褐化，大部分的花葯都在培養 2 ～ 3 週間轉變成褐色或白色。而蘆筍花葯癒傷組織的產生也在培養 2 ～ 3 星期間，所以褐化所產生的有毒物質影響極小。相反的白化的花葯意味著培養初期即已死亡或退化，所以癒傷組織形成能力極差。此種結果與水稻或菸草培養第 4 週褐化的花葯具有最高誘導癒傷組織或 embryoid 形成的能力，且大部分的癒傷組織或 embryoid 都在第 4 週後形成的結果

表 5. 蘆筍培養花葯褐化與癒傷組織形成間之關係

Table 5. The relationship between anther-browning and callus-formation in anther culture of asparagus.

Experiment No.	No. of anthers cultured	No. of anthers turning brown after 3 weeks in culture		No. of anthers producing anther callus	
		—No.—	—%—	—No.—	—%—
1	180	136	80	50	28
2	118	118	100	69	59
3	116	112	97	22	19
4	183	85	46	22	12
5	106	106	100	70	66
6	103	100	97	55	53
7	110	40	36	11	10
8	58	30	52	7	12
9	108	20	19	3	3
10	93	4	4	0	0
11	308	217	96	137	44
12	71	50	70	15	21
13	109	91	84	72	66
14	112	42	38	16	14
15	102	9	9	0	0
16	167	151	90	85	51
17	159	49	31	25	16
18	160	159	99	111	69
19	166	107	65	27	16
20	110	59	54	48	44
21	115	88	77	60	52
22	83	80	96	29	35
23	109	41	38	4	4
24	105	56	53	8	8
25	120	120	100	112	93
26	119	95	80	77	65
27	117	92	79	51	44

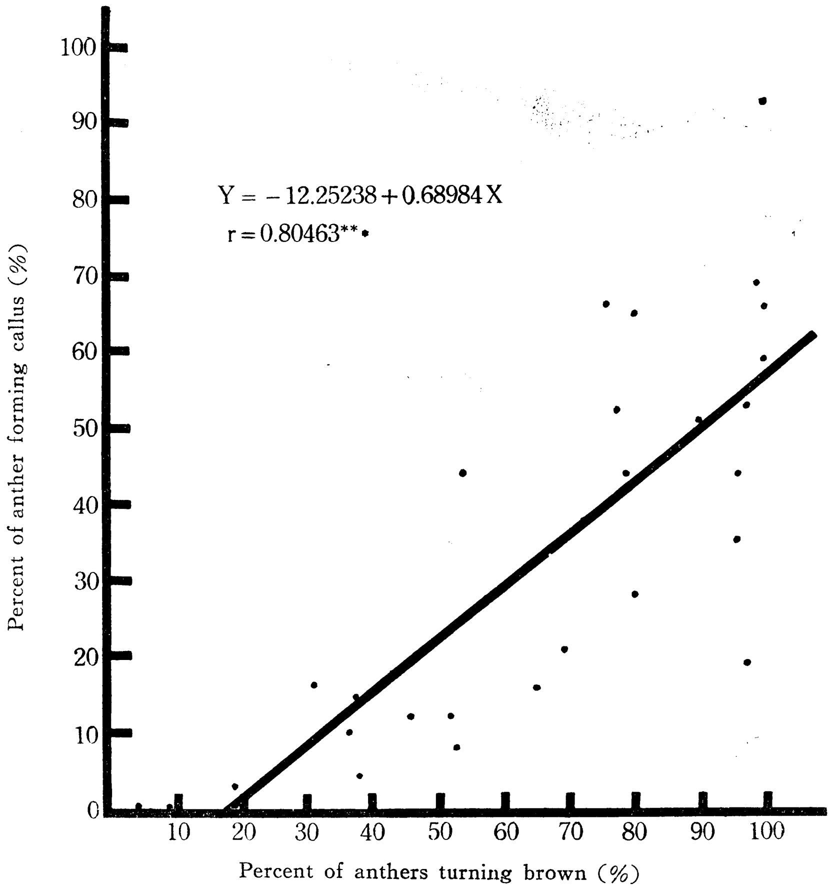


圖 5. 蘆筍培養花葯褐化與癒傷組織形成關係之迴歸線

Fig. 5. The regression line between anther-browning and callus formation in anther culture of asparagus.

極為一致。

結　論

許多報告均曾强調花葯壁在花葯培養癒傷組織的形成過程中，扮演著供應或傳送某種物質的角色，例如 Sharp, Raskin及 Sommer 等氏 (17) 利用培養於培養基上的花葯表面，隔以一層濾紙的保護培養法（nurse culture）培養蕃茄的小胞子獲得成功。利用相同的方法，Pelletier 氏 (15) 以 *Petunia hybrida* 之花瓣癒傷組織做菸草小胞子的保護培養獲得成功。Nitsch 氏14) 報導培養基中加入曼陀羅經培養一週後之花葯抽出液，可成功的獲得曼陀羅小胞子培養的植物體。

為何花葯褐變過早會影響到癒傷組織形成能力？ Loomis 及 Battailer 兩氏認為切離組織所含之酚類物質（phenolic compound）會馬上氧化，使苯環上之氫氧基，被氧化形成 quinone之有毒物質，造成組織之褐變及傷害，因而抑制了癒傷組織形成 (13) 。

本試驗的結果也發現菸草、水稻及蘆筍等三種主要作物的花葯壁組織可能在花葯培養過程中提供著保護小胞子的角色，也可能扮演傳送某種與癒傷組織形成有關重要未知物質的角色，故欲提高花葯癒傷組織形成的能力，首要之務乃如何防止培養花葯早期的褐變，可行的方法如花葯初期的液體振盪培養，活性碳及抗氧化劑（Antioxidant）等之利用，或將有益於花葯癒傷組織形成率的提高，本研究室正針對上述諸可行方法做進一步試驗中。

引用文獻

1. 蔡秀錦、林明華・1977・水稻花葯培養以育成植株之研究。中華農業研究 26(2)：100-112。
2. 蔡新聲・1980・花葯培養單倍體植物之形成及應用。科學農業 28(11-12)：379-396。
3. Anagnostakis, S. L. 1974. Haploid plants from anthers of tobacco-enhancement with charcoal. Planta 115 : 281-283.
4. Bajaj, Y. P. S. and P. Nitsch, 1975. In vitro propagation of red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). J. Exp. Botany 26 : 883-890.
5. Chen, C. C. 1977. In vitro development of plants from microspores of rice. In Vitro 13 (8) : 484-489.
6. Chen, C. C. and C. M. Chen. 1979. A method for anther culture of rice. TCA Manual 5 (2) : 1051-1035.
7. Clewes, F. A. and B. E. Juniper. 1968. Botanical Monographs. Volume 8 : Plant cells. Blackwell Scientific Publications.
8. Dunwell, J. M. 1976. A comparative study of environmental and developmental factors which influence embryo induction and growth in culture anthers of *Nicotiana tabacum*. Environ. Exp. Bot. 16 : 109-119.
9. Kohlenhach, H. W., W. Wernicke and H. Lang. 1978. Androgenetic development of isolated microspores of *Hyoccyamus* and *Nicotiana*. *In* Production of natural compounds by cell culture methods. (Ed. by A. W. Alfermenn and E. Reinhard), Gesellschaft für Strahlen-und Umweltforschung mbH, München. : 284-294.
10. Maheshwari, P. 1950. An introduction to the embryology of angiosperms. New York-Toronto-London : McGraw-Hill. : 28—53.
11. Mii, M. 1976. Relationships between anther browning and plantlet formation in anther culture of *Nicotiana tabacum* L. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 80 S : 206-214.
12. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473-497.
13. Loomis, W. D. and J. Battaile. 1966. Plant phenolic compounds and the isolation of plant enzymes. Phytochemistry 5 : 423-438.
14. Nitsch, J. P. 1972. Haploid plants from pollen. Z. Pflanzenzüchtg. 67 : 3-18.
15. Pelletier, G. 1973. Les conditions et les premiers stades de lándrogenése in vitro chez *Nicotiana tabacum*. Soc. Bot. Fr., Memoires : 261-268.
16. Pelletier, G. and M. Ilami. 1972. Les facteurs de landrogenese in vitro chez *Nicotiana tabacum* L. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 68. S : 97-114.
17. Sharp, W. R., R. S. Raskin and H. E. Sommer. 1972. The use of nurse culture in the development of haploid clones in tomato. Planta 104 : 357-361.
18. Sunderland, N. and M. Roberts. 1977. New approach to pollen culture. Nature 270 : 236-238.
19. Tsay, H. S. 1981. Effects of nitrogen supply to donor plants on pollen embryogensis in culture tobacco anthers. Jour. Agri. Res. China 30 (1) : 5-13.

The relationship between anther browning and callus formation in tobacco, rice and asparagus anther culture[1]

Hsin Sheng Tsay[2]

Summary

The relationship between anther browning and the ability of callus formation in three major crops was studied by using anther culture techniques. In rice and tobacco, it was found that earlier anther browning was associated with low ability of callus induction. Anthers turned brown about 4 weeks in culture showed the highest ability of callus or embryoid formation. Similar result was obtained in the culture of F_1 anthers from six cross combinations of japonica×indica rices. In asparagus, the color of anthers turned to brown or white after 3 weeks in culture. There was a positive correlation between anther browning and callus formation ($r=0.804^{**}$). Callus was hardly induced from anthers with a white-color appearance.

For rice and tobacco, the low callus formation ability caused by anther browning at early stage was probably due to the production of quinones which are toxic to the microspores. The callus induction of asparagus was first appeared on anthers having been cultured for 3 weeks. This phenomenon was considered the main reason why browned anthers were able to produce callus with high freguency. On the other hand, white color might indicate low viability or even death of anthers during culture and hence low ability of callus formation.

1. Contribution No. 963 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2):133～139 (1981)

秈稉稻雜種的花葯培養[1]

蔡新聲 鄧耀宗 賴本智 紀廼淳[2]

摘要：秈稉稻雜種後代的繼續分離及部分不稔，限制了遺傳質的互換和後代的迅速固定，花葯培養獲得雙單元體純系的育種方法提供了克服這些困難的機會。

秈稉稻雜種花葯的培養，癒傷組織誘導率頗高，但由此癒傷組織分化成的植株大部分爲白苗，綠苗的百分率極低。秈稉稻雜種花葯癒傷組織分化成單元體及自然倍加的多元體植株比自然倍加的雙單元體植株多，稉稻品種的花葯癒傷組織，分化成雙單元體的植株却相反的比單元體及多元體多。

秈稉稻雜種花葯癒傷組織的分化能力受癒傷組織形成的早晚影響，在花葯培養早期（例如培養 30～40 天後）所形成的癒傷組織具有較佳的分化能力。而培養末期（例如培養 60～70 天後），所形成的癒傷組織將喪失其分化綠苗的能力。

秈稉稻雜種後代的繼續分離及部分不稔限制了遺傳質的互換及後代的迅速固定。中研院吳旭初博士自 1972 年開始即嘗試利用培養雜種 F_1 的花葯，以產生單倍體後經染色體倍加獲得雙單元體純系的方法來克服這些困難。經過多年的試驗研究得知這種方法是可行的 (1,5,11,13,14,15)。本研究爲許多秈稉稻雜種花葯培養的結果，並與一般稉稻品種比較兩者間之差異，以爲將來實際育種之參考。

試驗材料與方法

花葯培養所用的材料爲表 1 及表 3 所列雜交組合及數種稉稻及秈稻品種之花葯。將劍葉葉耳距下位葉葉耳約 5 cm 時之稻穗連同劍葉摘下，以 70 % 的酒精擦拭葉鞘外部後，取出幼穗，浸漬於 70 % 酒精中 30 秒，再以 0.5 % 的次氯酸鈉消毒 3 分鐘，在無菌水沖洗 3－4 次後，將屬於單核期之花葯以陳等氏 (8) 所述之方法接種於含有 NAA 4 mg/l, Kinetin 2 mg/l, sucrose 6 % 及大量無機鹽類減半之 MS 培養基上 (12)，培養溫度爲 27±1°C，光照 500～1,000 lux，光期 16 小時，以進行癒傷組織之誘導。癒傷組織形成約 10 天左右，繼代培養於含有 NAA 1 mg/l, Kinetin 4 mg/l 及 sucrose 3 % 之全量 MS 無機鹽類固體分化培養基上。培養溫度及光期不變，光照增爲 1,500 lux，以進行植物體再分化之誘導。

分化後的綠苗，待其在試管內長出較好的根系，移於土中盆栽。花葯植株染色體倍數的檢定，以植株開花之結實率及性狀來判別。一般而言，單元體植株，葉狹細，內外穎細小，且不結種子；二元體植株正常，結實率甚佳；多元體植株、葉寬大、內外穎粗大，有芒，結實率欠佳。

結　　果

水稻花葯在培養三週後即開始自開裂的的花葯中長出白色或淡黃色的癒傷組織。表一顯示不同雜

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 980 號。
2. 本所農藝系技正、技正、技佐及研究助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

交組合 F_1 之花葯培養，其癒傷組織形成率有極大的差異。一般而言，稉稻與稉稻雜交 F_1 花葯之癒傷組織形成率高於秈稻與稉稻雜交種，如 M 9 × 嘉農育 247 號及 SD 7 ×嘉農育 243 號二雜交組合，癒傷組織形成率分別高達 42.5 % 及 28.0 % ，而秈稉稻雜交種則變異範圍較大，高者可達 34.0 % (M 9 × IR 30)，低者僅 1.4 %〔(BG 35-2×PI 162319)×Milyang 23〕。秈稉稻雜交種中含M 9 及 IR 30 之組合，癒傷組織誘導率都較高，可能 M 9 及 IR 30 是稉稻或秈稻中較易形成花葯癒傷組織的品種。稉稻各品種間的花葯癒傷組織誘導率頗高，其中以臺農 67 號 (45.0 %)最高，臺中 65 號 (37.2 %) 次之，臺南5號 (33.1 %) 最低。秈稻則一般較低，如 IR 36 爲 0.6 %，嘉秈 11 號爲 0 % (表3) 。

表 1. 秈稉稻雜種花葯癒傷組織的誘導率 (1979 年二期作)

Table 1. Anther callus developed from hybrid (*japonica* x *indica*) rices. (Second Crop, 1979)

Cross combinations	No. of anthers cultured	No. of anthers forming callus	Percent of anthers forming callus
(M 9×Milyang 23) ×IR 30	1,123	292	26.0
(TCS 3×TNG 67) × (BG 35-2×ACC)	1,213	154	12.7
(TC S3×TNG 67) ×IR 30	602	146	24.3
(BG 35-2×PI 162319) ×Milyang 23	2,400	33	1.4
M 9×IR 30^2	1,122	289	25.8
KSY 104×TNG 67	2,254	608	26.9
M 9×IR 30	641	218	34.0
M 9×CNY 247[a]	844	359	42.5
SD 7×CNY 243[a]	600	168	28.0
SD 7×IR 36	1,497	181	12.1
SD 7×Kabara	1,829	239	13.1
M 9× (Tan. 1×Ta-Poo-Cho-z)	1,114	360	32.3
Taichung 65[b] (CK-1)	1,065	396	37.2
Tainung 67[b] (CK-2)	1,856	835	45.0
Tainan 5[b] (CK-3)	662	219	33.1

a. *Japonica* x *Japonica*
b. *Japonica* type

癒傷組織移至分化培養基上，有些可分化成綠苗，白苗及根或不正常植物體，但有些並不分化，經繼續生長後逐漸轉爲黃色、褐色，甚至黑褐色而死亡。表二顯示不同雜交組合花葯癒傷組織的綠苗分化率差異很大，頻度介於 0～3 % 之間，且白苗的分化率均大於綠苗分化率 ， 花葯癒傷組織誘導率與花葯癒傷組織的分化率間，經統計分析不具相關性 (r＝−0.248) 。本試驗綠苗分化所得百分比均偏低，且白苗，根及不正常芽體所佔百分比相當高，其原因不明，是雜交種花葯培養特有的現象，抑或其它環境因子造成，有待進一步研究。稉稻品種間花葯癒傷組織的綠苗分化率，隨品種之不同略有差異，惟較秈稉稻雜交組合者高，頻度介於 3.2～12.0 % 之間，其中以臺農 67 號的綠苗分化率最高，臺中 65 號次之，臺南5號最差。

表 2. 秈稉稻雜種花葯癒傷組織之綠苗、白苗分化率（1979 年二期作）

Table 2. The formation of normal green and albino plants differentiated from anther callus of hybrid (*japonica* x *indica*) rices. (Second Crop, 1979)

Cross combinations	No. of callus cultured	Percent of callus forming plant		Percent of roots & abnormal shoots
		Green	Albino	
(M 9×Milyang23) ×IR 30	133	3.0	9.0	28.5
(TCS 3×TNG 67) × (BG 35-2×ACC)	101	1.0	14.9	27.8
(TCS 3×TNG 67) ×IR 30	64	0.0	12.5	9.4
(BG 35-2×PI 162319) ×Milyang 23	20	0.0	5.0	10.0
M 9×IR 30^2	121	0.9	10.7	19.0
KSY 104×TNG 67	432	0.7	13.0	9.1
M 9×IR 30	153	0.6	1.3	7.8
M 9×CNY 247[a]	237	0.8	3.8	4.7
SD 7×CNY 243[a]	84	0.0	3.6	21.4
SD 7×IR 36	180	1.1	6.6	4.9
SD 7×Kabara	231	2.2	9.5	14.3
M 9× (Tan. 1×Ta-Poo-Cho-z)	310	1.3	8.7	12.3
Taichung 63[b] (CK-1)	396	4.5	5.6	14.8
Tainung 67[b] (CK-2)	835	12.0	5.0	13.1
Tainan 5[b] (CK-3)	219	3.2	6.8	15.1

a. *Japonica* x *Japonica*
b. *Japonica* type

表 3. 稉稻、秈稻及秈稉稻雜種的花葯培養（1980 年一期作）

Table 3. Anther callus developed from *japonica*, *indica* and hybrid (*japonica* x *indica*) rices. (First Crop, 1980)

Varieties and cross combinations	No. of anthers cultured	No. of anthers forming callus	Percent of anthers forming callus
Tainan 5	745	77	8.3
Tainung 67	699	70	10.0
IR 36	791	5	0.6
Chianung-Sen 11	394	0	0.0
Tainung 67×IR 36	3426	300	8.6
Tainung 67×Chianung-Sen 11	2802	187	6.7
Tainan 5×IR 36	3086	354	11.5
Tainan 5×Chianung-Sen 11	3536	148	4.2

表 3 的結果再度顯示秈稉稻雜種及栽培品種間的花葯培養，癒傷組織的誘導率差異極大，以臺南 5 號×IR 36 的組合 11.5 % 最高，嘉秈 11 號之誘導率爲 0 最低。在四個雜交組合中，表現出含嘉秈 11 號的雜交組合，其癒傷組織的形成率都較低，如臺農 67 號×嘉秈 11 號爲 6.7 % ，臺南 5 號×嘉秈 11 號僅 4.2 % ；另一方面含 IR 36 之組合都較高，各爲 8.6 及 11.5 % ，這種結果說明了雜交種的花葯培養，癒傷組織形成的難易，可能與親本誘導癒傷組織之難易有關。

表 4 顯示秈稉稻雜種花葯癒傷組織 ， 分化所得成活的綠苗 ， 多倍體及單倍體植株的數目分別佔 48.33 % 及 33.33 % 。較自然倍加之二倍體 18.33 % 高出甚多 ；而表 5 顯示稉稻花葯癒傷組織

表 4. 秈稉稻雜種花葯來源癒傷組織分化所得植物體染色體之分佈（1979 年二期作）

Table 4. The distribution of chromosome numbers in anther-derived plants of hybrid (*japonica* x *indica*) rices. (Second Crop, 1979)

Cross combinations	Number of plants			Total
	Haploid	Diploid	Polyploids	
(M 9×Milyang 23) ×IR 30	8	6	1	15
(TCS 3×TNG 67) × (BG 35-2×ACC)	4	1	6	11
(TCS 3×TNG 67) ×IR 30	0	0	5	5
(BG 35-2×PI 162319) ×Milyang 23	0	0	1	1
M 9×IR 30^2	4	2	4	10
KSY 104×TNG 67	0	1	0	1
M 9×IR 30	1	0	5	6
SD 7×IR 36	1	0	1	2
SD 7×Kabara	0	0	2	2
M 9× (Tan. 1×Ta-Poo-Cho-z)	2	1	4	7
Total	20	11	29	60
Percentage	33.33%	18.33%	48.33%	

表 5. 稉稻花葯來源癒傷組織分化所得植物體染色體之分佈（1979 年二期作）

Table 5. The distribution of chromosome numbers in anther-derived plants of *japonica* rices. (Second Crop, 1979)

Varieties	Number of plants			Total
	Haploid	Diploid	Polyploids	
Tainan 5	4	4	0	8
Taichung 65	6	19	4	29
Tainung 67	17	25	5	47
Total	27	48	9	84
Percentage	31.9 %	57.2 %	10.7 %	

分化成多倍體及單倍體植株的數目分別佔 10.7 及 31.9 %，卻又比自然倍加之二倍體 (57.2 %) 少得多，這種相反的結果是否因親本親緣關係之遠近，而影響到花葯癒傷組織形成植株之倍數體產生變異，有待進一步的研究。

表 3 所列雜種組合之花葯經培養後，依癒傷組織形成之早晚，分別移到分化培養基上，所得植物體分化之結果如表 6 所示，以花葯培養 30～37 天後所形成之癒傷組織，綠苗的分化率（7.7 %）最高，以後差異不大。培養 58～65 天後形成之癒傷組織，綠苗分化率雖高達 7.4 %（兩株），但因供試的癒傷組織數目太少，且形成的植株發育均屬不健全，移植後不能成活，故此項資料值得懷疑。一般言，花葯癒傷組織以早期形成者較具分化能力，以後隨著形成時期的延後，會增加不分化黃化癒傷組織的比例，因而影響了再分化的能力。

表 6. 秈粳稻雜種花葯癒傷組織形成的早晚與分化器官能力之關係

Table 6. Relationship between the timing of callus initiation and the ability of organ regeneration in cultured hybrid rice (Including 4 cross combinations list in table 5) anthers.

Days needed for cultured anthers producing callus	No. of callus cultured	Percent of callus producing green plant	Percent of callus producing albino plant	Percent of callus producing root	Percent of browning callus	Percent of yellowing callus
30-37	233	7.7	19.3	15.9	48.1	9.0
37-44	237	1.7	18.6	11.8	40.1	27.8
44-51	156	2.6	14.7	7.1	37.8	37.8
51-58	149	2.0	13.4	6.7	33.6	44.3
58-65	27	7.4[a]	18.5	7.4	29.6	37.0

a. abnormal plant, died after transplanting.

討　　論

許多報告指出水稻花葯培養癒傷組織的形成因品種、品系及雜交組合之不同而有很大的差異。Iyer 等培養 15 種秈稻花葯，只有 4 種可形成癒傷組織，其形成頻率在 2.94～5.51 % 之間 (10)；陳和林等報導臺南 5 號及 H－124 兩種粳稻的花葯癒傷組織誘導率分別高達 15.3 及 44.7 %；而 Kabara 及嘉農秈 11 號等秈稻的誘導率僅 8.9 及 0.0 % (9)；蔡和林對 40 種水稻品種，品系及雜交 F_1 所做的花葯培養結果顯示，有 38 種可誘導癒傷組織，其中粳稻誘導率為 0.50～20.21 %，秈稻為 0～13.54 % (4)；林等研究影響水稻花葯起源癒傷組織形成諸因子中，發現粳稻較秈稻易於誘導癒傷組織 (2)。這些試驗結果都顯示粳稻花葯癒傷組織的誘導較秈稻容易。本文表 4、5 所得的結果除顯示花葯癒傷組織的誘導，粳稻比秈稻容易外，還明顯的可看出品種誘導率的高低會影響到以它為親本的雜交組合，如表 1，M 9×嘉農育 247 及 SD 7×嘉農育 243 兩粳×粳雜交組合，誘導率普遍高於其他粳×秈或秈×粳的雜交組合。含有 M 9 及 IR 30 之秈粳稻雜種，其花葯癒傷組織的誘導率一般又比其他秈粳雜交組合高；表 5 顯示含有無法誘導花葯癒傷組織形成之嘉農秈 11 品種之雜交組合，其癒傷組織誘導率都偏低，這種結果使我們相信水稻花葯培養癒傷組織之誘導與品種有關。

花葯癒傷組織再分化的能力，據蔡和林等報導，因品種或雜交組合不同，再分化成白苗或綠苗的比率頗不一致，粳稻分化成綠苗的比率高於白苗，而秈稻或雜交種花葯癒傷組織的分化情形為白苗高出綠苗甚多 (4)，本研究表 2 及表 4 所得的結果，亦顯示了上述相同的結果。吳等從事栽培稻（臺中 65 號）×野生稻 (*Oryza perennis* Moench) 雜種花葯的培養，發現誘得的癒傷組織只能分化成白

苗，無法分化成綠苗，若回交栽培稻，則癒傷組織可分化少許正常的綠苗，但白苗數仍高出綠苗甚多。以栽培稻爲第一雜交母本時，其癒傷組織及正常綠苗的數目比野生稻爲第一雜交母本時高。這些結果顯示水稻花葯培養，癒傷組織及白苗、綠苗分化的機制，可能與細胞質遺傳有關[1][13]。另一方面Chen[7] 在三種不同蔗糖濃度下誘導臺南5號水稻花葯癒傷組織形成時，發現雖然高濃度的蔗糖（6～9％）有助於癒傷組織誘導率的提高，但過高濃度的蔗糖（9％）會使誘得之癒傷組織分化較多之白苗，這種情形又顯示白苗產生的機制也可能受生理，環境的影響，其眞正的原因，實有待進一步的研究。

表4、5的資料顯示秈稉雜種花葯癒傷組織分化之正常綠苗，其單倍體、多倍體與自然倍加二倍體的比例與一般稉稻品種癒傷組織分化所得綠苗之倍數體情況完全相反。這些自然倍加的二倍體經由田間後裔鑑定結果沒有分離的現象（本文發表中）證明了這些二倍體是由單倍體自然倍加而來。許多報告也都曾以標示因子的方法鑑定出水稻花葯培養獲得的二倍體植物是經由單倍體自然倍加而來[3,11]，本文資料顯示稉稻的花葯癒傷組織自然倍加後，再經由核融合或 endomitosis 的過程形成多倍體的機會不多，而秈稉稻雜種則自然倍加成二倍體後又會繼續發生許多核融合及 endomitosis，進而變成多倍體，這種核融合及 endomitosis 的機制也是頗爲耐人尋味的問題。

蔡和林等報導癒傷組織日齡不同會影響花葯癒傷組織再分化的能力，10 日左右（肉眼可見之日起十天，其直徑約 0.2～0.4 cm）之癒傷組織分化成植株的百分比最高，且綠苗數最多，太老或經由繼代培養者不但分化能力降低，且將使白苗比例增高[4]。本試驗結果顯示癒傷組織形成的早晚，會影響其再分化的能力，愈早形成之花葯癒傷組織，其分化能力愈强，反之，後期形成之癒傷組織，分化能力變差。賴等[6]報導愈早褐化的花葯，將愈晚或幾乎不形成花葯癒傷組織，同時大多數有效之花葯癒傷組織都形成於培養早期，這種結果說明了培養花葯早期形成癒傷組織的重要性。

利用培養秈稉稻雜種花葯的方法，使秈稉稻間產生遺傳質的互換及迅速固定的育種方式，本文的資料顯示，是可行的，但實際育種工作的進行，仍有賴提高單倍體及自然倍加二倍體綠苗的產生來配合。有了大量的固定後裔，才能提高選拔優良個體的機會。故如何減低白苗的產生，增大綠苗形成的機會，是我們今後從事秈稉稻花葯培養育種所應努力的目標。

引 用 文 獻

1. 吳旭初、莫道・1978・稻屬種間雜種之花葯培養・中央研究院植物研究所 科學論文 第214號。
2. 林正義、曾美倉、蔡新聲・1974・影響水稻花葯起源癒傷組織形成諸因子之研究。國立臺灣大學農學院研究報告 15(2)：1-16。
3. 許淑卿、陳其昌・1977・水稻花葯培養之研究：二元體花葯植株的來源・科學發展月刊 5(10)：834-839。
4. 蔡秀錦、林明華・1977・水稻花葯培養以育成植株之研究・中華農業研究 26(2)：100-112。
5. 蔡新聲・1980・花葯培養單倍體植物之形成及應用・科學農業 28(11-12)：379-396。
6. 賴本智、蔡新聲、紀迺淳・1980・水稻培養花葯褐變與癒傷組織形成之關係・中華農業研究 29(2)：137-146。
7. Chen, C. C. 1978. Effects of sucrose concentration on plant production in anther culture of rice. Crop Science 18：905-906.
8. Chen, C. C. and C. M. Chen. 1979. A method for anther culture of rice. TCA Manual 5(2)：1051-1053.
9. Chen. C. C. and M. H. Lin. 1976. Induction of rice plantlets from anther culture. Bot. Bull. Academia Sinica 17：18-24.
10. Iyer, R. D. and S. K. Rainz. 1972. The early ontogeny of embryoids and callus subsequent organogenesis in anther cultures of *Datura metel* and rice. Planta 104：146-156.
11. Mok, T. and S. C. Woo. 1976. Identification of pollen plants regenerated from anthers of an intersubspecific rice hybrid. Bot. Bull. Academia Sinica 17：169-174.

12. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473-487.

13. Woo, S. C., T. Mok and J. Y. Huang. 1978. Anther culture of *Oryza sativa* L. and *Oryza perennis* Moench hybrids. Bot. Bull. Academia Sinica 19 : 171-178.

14. Woo, S. C. and H. Y. Su. 1975. Doubled haploid rice from Indica and Japonica hybrids through anther culture. Bot. Bull. Academia Sinica 16 : 19-24.

15. Woo, S. C. and I. J. Tung. 1972. Induction of rice plants from hybrid anthers of indica and japonica cross. Bot. Bull. Academia Sinica 13 : 67-69.

The culture of rice anthers of *japonica* x *indica* crosses[1]

H. S. Tsay, Y. C. Teng, P. C. Lai and N. C. Chi[2]

Summary

Sterility and continuous segregation are the two main problems in the cross breeding between *japonica* and *indica* rices. The complete homozygous diploid plants obtained by anther culture provide the opportunity to overcome these difficulties.

By culturing anthers derived from *japonica* x *indica* crosses, it was found that despite the easy induction of callus, further differentiation of green plantlets from such callus was extremely difficult that a high percentage of albino plants was observed. Much more haploid and polyploid than naturally occurred double-haploid plants were obtained from anther callus of *japonica* x *indica* (F_1) rices. On the contrary, anther callus from *japonica* rice varieties tended to produce more natural double-haploid plants.

The timing of callus occurrence was found to be related to the ability of organ regeneration. Callus induced at early stage of culture, e. g., 30-40 days after anthers were inoculated, possessed high ability of differentiation. Those induced at the later stage, e. g., 60-70 days in culture, might completely lose their differentiation ability.

1. Contribution No. 980 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Agronomists and Research Assistants, respectively of the Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2)：141～145 (1981)

蝴蝶蘭根組織培養之研究[1]

林 瑞 松[2]

摘要：本研究在探討蝴蝶蘭根組織培養明確之配方。結果摘錄如下：1.蝴蝶蘭根經 B_5 無機鹽及有機鹽，100 mg/l myo-inositol, 30 g/l 蔗糖，5 mg/l Naphthaleneacetic acid (NAA), 10mg/l 6-furfurylaminopurine (Kinetin) 的培養基 (pH 5.5) 誘導，得癒合組織及芽球相似物突起。2.芽球相似物繼代培養於相同配方的固態培養基6個月後形成蝴蝶蘭幼植株。3.芽球相似物僅能在根尖部位形成。4.照光與未照光處理對芽球相似物之誘導均未有顯著之影響。

蘭科植物一直被公認爲是高貴珍奇的植物，其經濟價值遠較一般花卉爲高。蝴蝶蘭是蘭科植物的佼佼者，花色美花期長又可作胸花，且消費量有逐漸增加之趨勢。在保持品種特性，大量供應之要求下，植株大量增殖的技術是發展蘭花事業的重要關鍵。

自Morel 1960 年發表用分生組織培養作蘭花營養繁殖認爲可行後[7]，各國專家學者對組織培養大量繁殖的方法逐漸重視。在蝴蝶蘭方面，田中等首先在 1975 年發表用添加劑及微量元素成份不明的花寶 (Hyponex) 加上生長調節劑可使蝴蝶蘭葉片產生芽球相似物 (protocorm like body, PLB)，但成功率偏低[4]。作者於1979年以 B_5 修正配方培養蝴蝶蘭，可誘導葉片產生癒傷組織及芽球相似物，並使分化成功苗[1]。Gamborg 1968 年以 B_5 培養基從事大豆根培養成功[6]。本試驗以其配方爲藍本加以修正，探討蝴蝶蘭以根組織培養大量繁殖之可行性。

材料及方法

供試材料係蝴蝶蘭白花品種 (*Phalanopsis amabilis*) 生長 150 日之實生苗，取其根尖長約 1 cm 部位試驗，在經高壓殺菌後之固態及液態培養基 (pH 5.5) 上培養。培養基含有 B_5 配方之無機鹽及有機鹽，100 mg/l myo-inositol, 1.0 mg/l Nicotinic acid, 1.0 mg/l pyridoxine • HCl, 10.0 mg/l thiamine • HCl, 30,000 mg/l 蔗糖及不同濃度之 NAA 和 Kinetin (表1)，固態培養基含洋菜 1.0%。試驗分爲兩部份。

一、芽球相似物之誘發：以每日 12 hr 照光及黑暗二處理，配合固態及液態培養。液態培養以 30 rpm 行振盪處理，於 25°C 恆溫，光强 2000 lux 下培養進行試驗。

二、誘導分化之繼代培養：在照光處理下使用表1之四種不同植物荷爾蒙濃度同時進行固態及液態培養。

結　　果

本試驗證明，根雖無莖葉所附之腋芽，但根尖較具細胞分裂活力的部位，亦可產生芽球相似物。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 985 號。
2. 本所園藝系技士。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

含 5 mg/l NAA, 10 mg/l kinetin 之固體培養基在黑暗下有 65 %可誘導形成 PLB，在照光下有60%形成 PLB (表1)，含 5 mg/l NAA, 10 mg/l kinetin 之液態培養基有 70% 可誘發出芽球相似物。(表2)

表 1. 蝴蝶蘭根在不同成分固態培養基形成芽球相似物之百分率

Table 1. Percentage of protocorm-like body formation from *Phalaenopsis* root cultured at solid medium.

處理 Treatments	添加生長調節劑 Plant hormones		接種根數 No. of root cultured	形成芽球相似物之根數 PLB-forming root No.	
	NAA mg/l	Kinetin mg/l			
Light	2	2	20	1	5%
	5	5	20	6	30%
	5	10	20	12	60%
	10	5	20	4	20%
Dark	2	2	20	2	10%
	5	5	20	5	25%
	5	10	20	13	65%
	10	5	20	4	20%

表 2. 蝴蝶蘭根在不同成分液態培養基下形成芽球相似物之百分率

Table 2. Percentage of protocorm like body formation from *Phalaenopsis* root cultured at liquid medium.

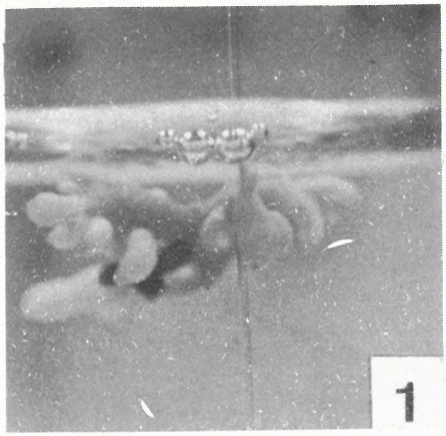
處理 Treatments	添加生長調節劑 Plant hormone		接種根數 No. of root cultured (A)	形成芽球相似物之根數 PLB-forming root No.	
	NAA mg/l	Kinetin mg/l			
Light	2	2	20	2	10%
	5	5	20	5	25%
	5	10	20	14	70%
	10	5	20	5	25%
Dark	2	2	20	3	15%
	5	5	20	6	30%
	5	10	20	14	70%
	10	5	20	5	25%

外觀形態上之變化：固體培養基上培養之根在4～5週後開始產生芽球相似物三個月後芽球相似物呈球狀，各芽球相似物甚一致，無彼此抑制現象。(圖1)。於固態培養基的光處理與暗處理 PLB 的誘發率差異不大。在液態培養基上，培養3～4週後即開始有微小突起，進而產生芽球相似物，三個月後液態培養基內之芽球呈扁平狀。(圖2)。將芽球相似物繼代培養於含 5 mg/l NAA, 10 mg/l kinetin 固體培養基上六個月後可分化發育成幼苗。(圖3)。而在液體培養基則僅得分枝狀的根，無法分化成幼苗。

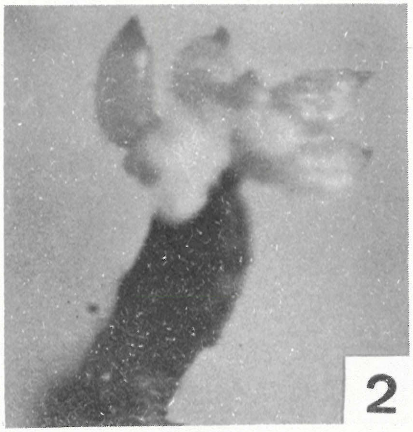
討 論

蝴蝶蘭屬單子葉植物，而一般單子葉植物以營養器官為繁殖材料，以帶有腋芽之莖葉，始能在苗圃繁殖成功。因為永久組織細胞很少能再變成可分裂細胞，組織培養科技進步已能使不帶腋芽的葉亦可繁殖材料。尤其蘭科植物研究甚多，始自 Wimber 1965 年以液體培養使東亞蘭 (*Cymbidium*)

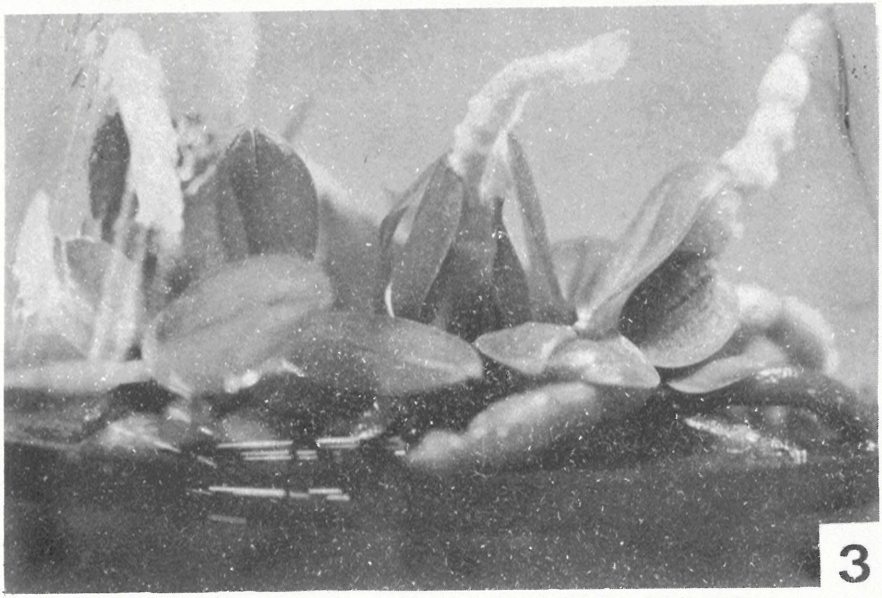
葉片長出原生芽球 [12]，以後研究報告甚多。唯以根為試驗對象較少。筆者者前曾以蝴蝶蘭葉片爲材料試驗，在 B_5 配方主要元素下添加植物荷爾蒙 5 mg/l NAA, 5 mg/l kinetin 有 60 %成功率 [1]。而本試驗根培養則需 5 mg/l NAA, 10 mg/l kinetin。顯示根組織對荷爾蒙之需求較葉爲多。



1



2



3

圖 1. 蝴蝶蘭根於液態培養基，經 3 個月芽球相似物發生的狀況 。**圖 2.** 蝴蝶蘭根於固態培養基上，經 3 個月培養後發生之芽球相似物，彼此之發育并無相互抑制現象。**圖 3.** 由芽球相似物分化完成幼苗費時六個月。

Fig. 1. Formation of PLB on the root of infant *Phalaenopsis* after 3 months cultured in liquid medium. **Fig. 2.** No inhibition among PLB of *Phalaenopsis* root cultured for 3 months in solid medium. **Fig. 3.** Baby *Phalaenopsis* developed PLB in 6 months.

張氏 1978 年在人參根癒合組織之誘導培養試驗中，亦表示根組織對有機營養和荷爾蒙之需求較子葉組織爲多 [2]，是否根之逆分化誘導所需荷爾蒙量均較其他組織爲多，有待更進一步研究。

本試驗，固態與液態培養結果之比較，初期，癒合組織與芽球相似物之誘導，以液態培養基效果較佳，較早出現且數目較多。Wimber 1965 年曾提出東亞蘭 (*Cymbidium*) 之莖部分生組織培養使用液體振盪培養較易引發癒合組織的形成，[12] 。但並非其他植物亦以液體培養基培養均較固體培養基效果好。Murashige, Shabde, Hasegawa, Takatori & Jones 1972 年提出蘆筍及天人菊的莖頂培養初期誘發癒合組織則以固體培養基較佳[8]。Steward *et al* 以蘆筍及胡蘿蔔爲實驗亦認爲初期以固體培養基較易形成癒傷組織，而癒傷組織之增殖則以液體培養基爲佳[9,10]。不同的植物而有不同的結論。此究竟係培養基本身物理性質滲透壓之影響抑或生育習性適應與否所致，需有生理生化方面探討。

本試驗，芽球相似物之分化發育觀察，於液態培養基無法達到分化之目的，僅能於固體培養基上歷經六個月始能達到分化發育成健全植株，成功率 100%（如圖3），Simonsen & Hildebrandt 1971年提出唐菖蒲生長點誘發之癒傷組織在液態培養中僅有根而未有莖與葉之分化，而在固體培養基上可分化成根莖葉[11]。與本試驗結果相同。

光期十二小時與暗處理之比較（如表1、2）顯示影響不顯著。因此蝴蝶蘭根之培養誘導芽球相似物之產生，對光不甚重要。爲節約能源可置暗室處理。

由圖3顯示，芽球相似物的產生僅限於根尖部位，而在葉組織培養中芽球相似物產生的部位不限於葉基部位，其餘葉緣部位亦會產生[1]。董氏 1975 年謂蝴蝶蘭根尖部分爲全根中僅有細胞分裂能力及生長的部位[3]。因此蝴蝶蘭根培養須帶有根尖始能成功。

參 考 文 獻

1. 林瑞松・1980・蝴蝶蘭葉插組織培養之研究・中華農業研究 29(3)：195-201。
2. 張唯勤、邢禹依・1978・韓國人參根癒合組織之誘導培養與再分化形成不定根・科學發展 6：76-79。
3. 董新堂・1975・蝴蝶蘭專集・247pp. 臺灣中華書局。
4. 田中道男、長谷川嘻、五井正憲・1975・單莖性ラン科植物の組織培養による栄養繁殖に關する研究第一報・日本園藝學會雜誌 44(1)：47-58。
5. Ammirato, P. V. and F. C. Steward. 1971 . Some effects of environment on the development of embryo from cultured free cells. Bot. Gaz. 132 (2) : 149-158.
6. Gamborg, O. L., R. A. Miller and K. Ojima. 1968. Nutrient requirement of suspension cultures of soybean root cells. Exp. Cell Res. 50 : 151-158.
7. Morel, G. M. 1960. Producing virus free cymbidiums. Am. Orch. Soc. Bull. 29 : 495-497.
8. Murashige, T., M. N. Shabde, P. M. Hasegawa, F. H. Takatori and J. B. Jones. 1972. Propagation of asparagus through shoot apex culture. Nutrient medium for formation of planlets, J. Am. Soc. Hort. Sci. : 158-161.
9. Steward, F. C, M. O. Mapes and K. Mears. 1958. Growth and organized development of cultured cells. II. Organization in cultures grown from freely suspended cells. Am. J. Bot. 45 : 705-708
10. Steward, F. C. andM. O. Mapes. 1971. Morphogenesis in aseptic cell cultures of cymbidium. Bot. Gaz. 132 (1) : 65-70.
11. Simonsen, J. and A. C. Hildebrandt. 1971. In vitro growth and differentiation of gladiolus plants from callus culture. Can. J. Bot. 49 : 1817-1819.
12. Wimber, D. E. 1963. Clonal multiplication of cymbidium throunh tissue culture of the shoot meristem. Am. Orch. Soc. Bull. 32 : 105-107.

Studies on the colonal propagation of *Phalaenopsis* by root culture[1]

Ruey Song Lin[2]

Summary

This paper describes an efficient method of clonal propagation through *Phal aenopsis* root cultued in vitro. The result as summaried as follows :

Calli and protocorm like bodies (PLB) were induced from root tip by using Gam borg's B_5 basal medium with 100mg/l myo-inositol, 30,000mg/l sucrose, 5mg/l NAA and 10mg/l kinetin. The pH was adjusted to 5.5. In similar solid medium, the PLB were then developed into baby phalaenopsis plants in 6 months. The formation ability of PLB was only on root tip. There is no significant variation between light and dark treatment.

---

1. Contribution No. 985 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 431, ROC,

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）30(2)：147～155（1981）

乙烯控制花性之表現在胡瓜一代雜交採種上之利用[1]

楊偉正[2]

摘要：乙烯能轉變胡瓜花型，增加雌花數，減少雄花數，在 1,000 ppm 或 500 ppm 高濃度下，會嚴重地傷害到植株正常發育和果實收穫。而以 250 ppm 在第 2、4、6 片本葉展開時，各噴 1 次，能有效地抑制雄花發生。採種單果重量與種子發芽率在不同處理次數無顯著差異。單果種子量以 250 ppm 噴三次爲最少，但單株種子量差異不大。故可利用爲採種親本之去雄工具。

胡瓜（*Cucumis sativus* L.）俗稱黃瓜，或稱刺瓜，爲葫蘆科一年生蔓性草本植物。雌雄異花同株，亦有全雄花株、全雌花株及兩性花株等例外品種 (4,18,22)。胡瓜種間雜交，其後代均具有早產、高產、品質佳、抗病性强、生產期一致等雜交優勢，故此優點多爲一般商業種子生產者所採用。然而胡瓜品種多屬雌雄異花同株，欲生產一代雜交種子，必需在開花前一天實施人工套袋或用夾子夾住花瓣，隔天施行人工授粉，此等工作頗費人力。目前工業發達，農村人口外流，工人難覓，且工資昂貴，以致生產一代雜交種子成本甚高。1962 年，全雌性胡瓜品種發現後，胡瓜一代雜交種子生產不再採用「人工授粉」法，而利用「自然授粉」法來大量生產一代雜交種子 (1)。即在適當的隔離範圍內，以全雌性品種作採種母本，另以一般品種如雌雄異花品種或全雄性品種等作採種父本。種植時，以 3～4 行母本與 1 行父本間隔種植，然後利用蜜蜂或蒼蠅來傳播花粉，完成授粉工作。然胡瓜之全雌性易受環境因素影響之微效遺傳因子羣所控制，有關因子累積愈多，全雌性之表現愈安定 (2,4,18,22)。故花性之表現非固定不變，而依環境條件，如溫度高低、日照長短而改變。一般在低溫短日下，可促進雌花之着生；在高溫長日下，易失去全雌性型表現之機能 (3,9,13)。故利用全雌性品種作爲採種母本時，常因自然環境改變而有不同比例之雌雄花數出現，嚴重影響雜交種子之純度。植物生長素在改變瓜類性型上，已被確定並廣泛使用在一代採種和生產栽培上 (6,7,11,16,20,21)。如 Gibberellic acid (GA)；Silver Nitrate ($AgNO_3$)；Aminoethoxyvinylglycine (AVG) 等能誘導全雌花株胡瓜產生雄花和增加胡瓜之雄性化 (5,19,23)。而 Auxin；Alar(B-Nine)；2, 3, 5-Triiodobenzoic acid(TIBA)；2-Chloroethylphosphonic acid (Ethrel) 等能增加胡瓜之雌性化 (2,3,14,15,17,20)。Ethrel 有促進開花，抑制頂芽生長，促進側枝發育，誘發或加速果實及葉片之脫落，使易於採收，促進成熟，增加抗病、抗寒能力，促進乳液生產等生理作用 (2)。對於胡瓜，它能阻礙植株初期之雌花發育，增加雌花數，減少雄花數，可做爲採種親本上之去雄工具 (11)。本試驗以一般商業栽培胡瓜品種爲材料，探討 Ethrel 之不同濃度及處理次數對不同品種在花性上之表現，雌雄花比率，植株生長情形，種子生產量及種子發芽率等作用。以供臺灣地區生產一代胡瓜雜交種子上之參考。

材料與方法

本試驗於民國 68 年 10 月及 69 年 3～5 月間，在臺灣省農業試驗所之試驗農場進行。以本省

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 978 號。本研究承曹博士幸之，鄧技正耀宗賜閱斧正。謹此深致謝忱。
2. 本所園藝系技士。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

商業栽培雌雄異花同株品種「萬綠」(大胡瓜品種，經5世代自交純化)及 S－204(小花瓜品種)爲材料。採用逢機完全區集設計，四重覆，每處理 10 株，共 40 株。行株距爲 $1.2^m \times 0.5^m$ 。種子直播試驗田，植株生長至第二片本葉完全展開時， 125, 250 ppm 之 Ethrel 以小型氣壓式噴霧器，噴至植株全濕爲止(約 5 c.c.)。其他處理爲於第四片本葉完全展開時，再噴一次及於第四片、第六片本葉完全展開時，各噴一次(表1)。試驗期間胡瓜管理方法與一般栽培者相同。病蟲害防治，除於生長初期噴達克靈及賽文，預防露菌病及防止黃守瓜爲害並於着果期間，懸掛誘蟲燈，誘殺瓜蠅外，生育期間未使用其他藥劑，以免阻礙蜜蜂傳授花粉，影響結果，處理用之植物生長素 2-Chloroethylphosphonic acid 爲美國 Sigma 公司出品，爲防止氣體揮發，藥效散失，藥劑於使用前才調配並加入 0.1% Tween-20 展着劑。

試驗期間調查 64 天， 20 節內之雌雄花開花數，第一朶雌花着生位置，第一朶雌花、雄花開花日期。部份植株，受 Ethrel 影響，不產生雄花，爲避免統計上困擾，開花日期，以開花指數表示。

$$\text{開花指數} = \frac{\text{累積開花株數}}{\text{開花期間} \times \text{總植株數}}$$

每株留果2～3個，開花後 35 天，採下成熟果實，記載其重量，再行追熟5天，然後取出種子，調查種子數、種子發芽率等。本試驗前後共作兩次，第一次爲預備試驗(68 年)，主要爲探討不同濃度對植株生育之影響，其結果供第二次試驗(69 年)濃度使用時參考，本試驗之資料，均採用變方分析，依鄧肯氏多種變域測驗法，測定其差異顯著性。

結　果

一、Ethrel 對植株外部形態之反應

胡瓜 S-204 植株生長至兩片本葉充分展開時，以 0, 62.5, 125, 250, 500, 1,000 ppm 等不同濃度噴施幼株，發現不同濃度對植株外部形態及花性轉變都有很明顯的差異 。 1,000 ppm 使植株葉片黃化，頂梢微焦，生育受阻。 500 ppm 使植株矮化，遲延雌花形成並阻礙正常發育 。 250 ppm 能縮短植株節間，抑制雄花， 促進雌花形成及增加雌花數 。 125 ppm 對節間長度影響不大 ， 能促進雌花形成，減少雄花數。 62.5 ppm 對花性轉變則無顯著效果(圖 1 、2)。總之，濃度高，雌花多，節間短，植株矮小，雌花猶如叢生在頂梢，影響植株正常發育，雄花少至無。濃度低，轉變花性效果不大。

二、Ethrel 濃度及噴施次數對胡瓜花性之影響

本試驗以不妨礙植株正常生育而能抑制雄花，增加雌花之原則下，採用 125, 250 ppm 兩種濃度，討探其對雌花和雄花之影響。

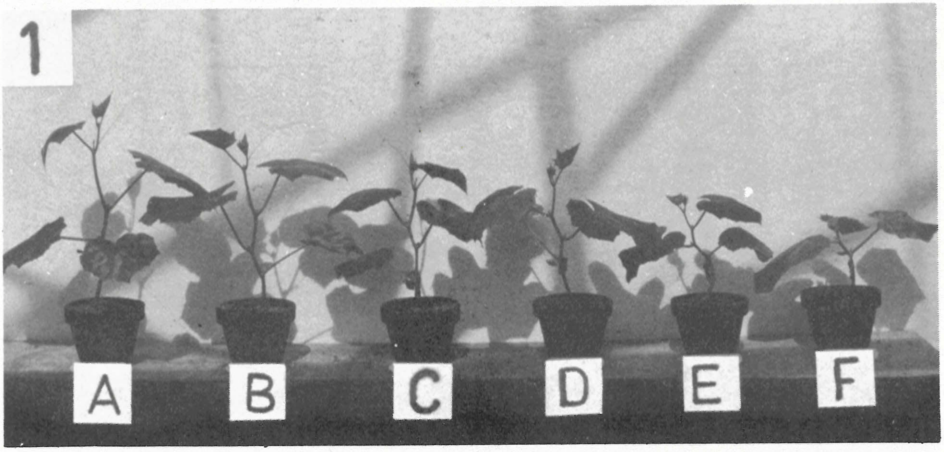
1.雌花： Ethrel 對早期雌花之形成有抑制作用(表1)，噴施次數愈多， 抑制時間愈長。在噴施初期，植株雖有雄花蕾或雌花蕾出現，但未能繼續發育，漸漸地始有雌花開放。故第1朶雌花着生節位和開花日期，均較對照區爲高且晚。高濃度和處理次數多者，較低濃度和處理次數少者，其第1朶雌花着生節位高及開花日期晚(表2)。雌花總數反因濃度高；噴施次數多而減少(表3)。

2.雄花： Ethrel 能延遲雄花形成和減少雄花數。濃度愈高及次數愈多，效果愈顯著。但品種間差異很大，大胡瓜品種較小花瓜品種更爲有效(表3)。

三、 Ethrel 對植株生長及種子量之影響

1.主蔓節間長度：節間長度之測定，乃於試驗結束時，測定主蔓 1 ～ 25 節節間長度 ，以明瞭 Ethrel 對節間長度之影響，由表3得知高濃度和多次噴施，節間短縮，植株有矮化現象。

2.種子量：本試驗着重於種子生產量，單株僅留2～3果，授粉後 35 天，採下果實，秤其重量，發現各處理間差異不顯著，單果種子量，以對照者最多， 125 ppm 次之， 250 ppm 和噴施三次



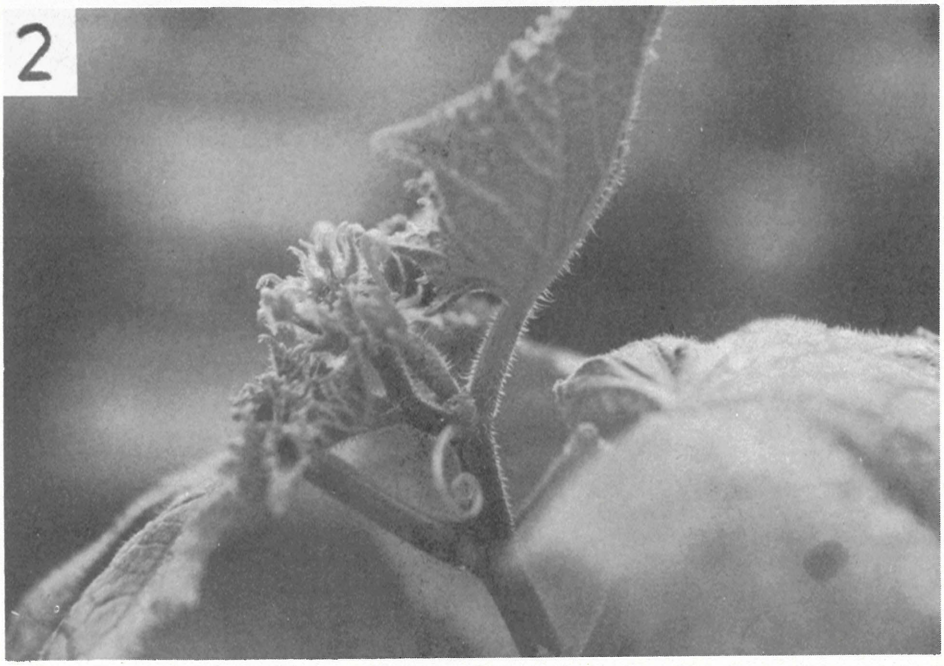
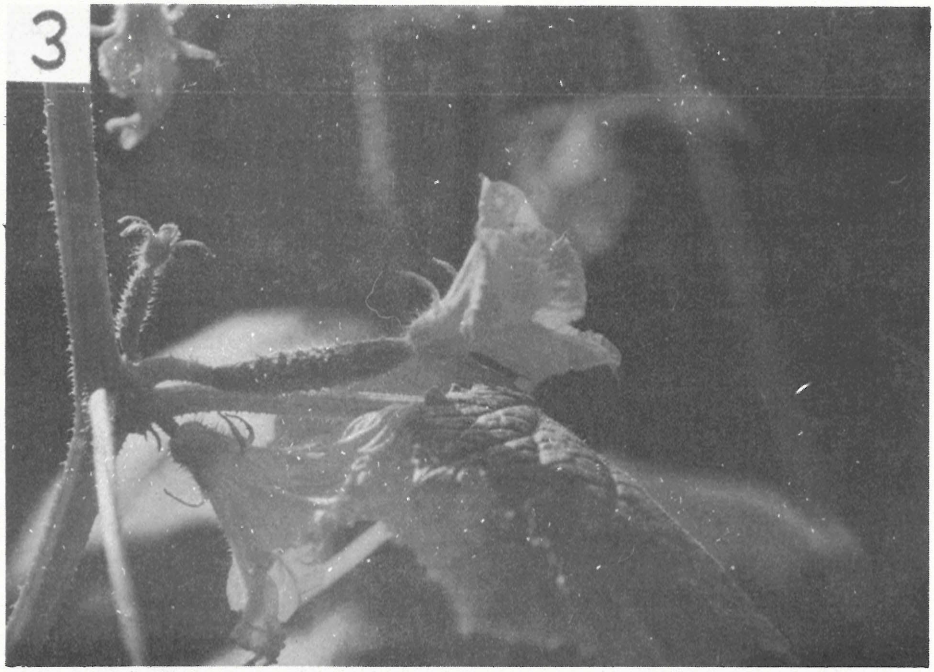


圖 1. 不同乙烯濃度對胡瓜節間生長情形（A，check. B，62.5 ppm. C，125 ppm. D，250 ppm. E，500 ppm. F，1,000 ppm. 處理後 10 天拍攝）。**圖 2.** 高乙烯濃度（1,000 ppm）誘致雌花叢生於頂梢。

Fig 1. Effect of different concentrations of Ethrel on the internode length in cucumber. (A, check. B, 62.5 ppm. C, 125 ppm. D, 250 ppm. E, 500 ppm. F, 1,000 ppm. Photograph taken 10 days after treatment. **Fig 2.** Multiple female flowers induced by high concentration of Ethrel (1,000 ppm).



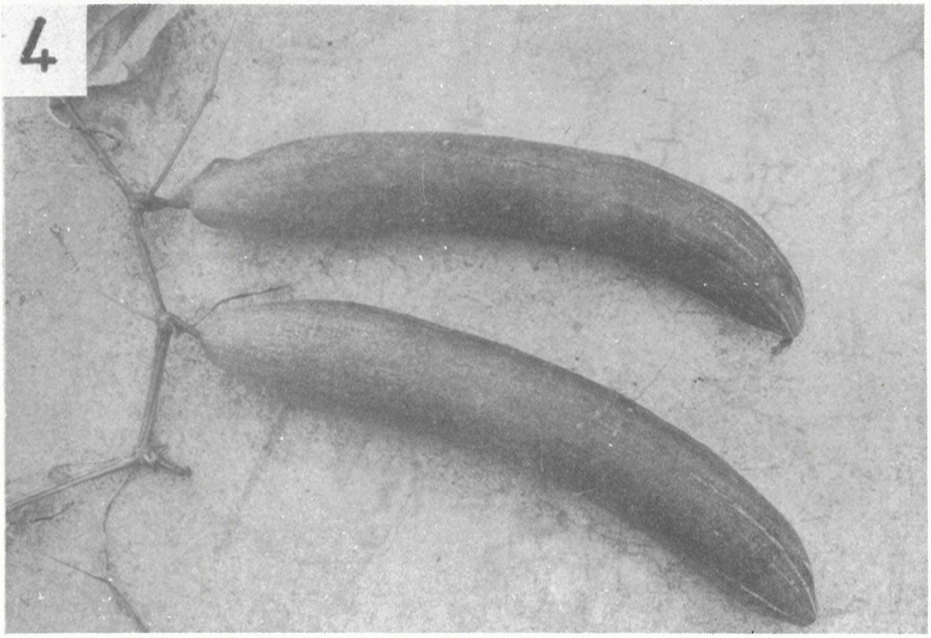


圖 3. 同一節間上，同時着生雌花和雄花。 **圖 4.** 上下節同時着果之情形。

Fig 3. Both female and male flowers located at the node. **Fig 4.** Fruit set at subsequent nodes.

者最少。種子發芽率，各處理間均無顯著差異。

討論與結論

目前，國外盛行利用 Ethrel 噴施胡瓜幼株，以提高單株產量，增加收益或使成熟期集中，以利機械採收 (2,15,17)。Miller 等氏 (16) 指出，胡瓜幼株經 Ethrel 處理後，除果實較短外，其他品質之特性在加工上，如風味；脆度均無明顯差異。但 Ethrel 濃度對植株生育及花性表現上，差異甚大。高濃度，轉變花性效果大，但當濃度高至某一程度時，却影響到植株正常發育和生長，同時會影響果實發育和種子成熟度，所以在不影響植株正常生育，且能抑制雄花，誘導雌花之濃度，應以 250 ppm

表 1. 乙烯對胡瓜雌雄花數的影響

Table 1. The effect of Ethrel on the number of female and male flowers (average of 40 plants) during the first 4 weeks of flowering.

Treatment		1 st week				2 nd week				3 rd week				4 th week				Total number				Ratio male/ female flower	
Conc. of Ethrel (ppm)	leaf stage	Green Bowl		S-204		Green Bowl		S-204		Green Bowl		S-204		Green Bowl		S-204		Green Bowl		S-204		Green Bowl	S-204
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂		
250	2	0.3	2.0	1.9	0.7	7.3	7.9	3.7	2.3	4.5	1.0	1.9	0.7	0.7	6.3	0.1	2.7	12.8	17.2	7.6	6.4	1.34	0.84
250	2,4	0.0	0.2	0.2	0.2	3.9	2.2	3.9	0.7	6.7	0.0	3.9	0.2	0.0	1.4	0.4	0.4	10.6	3.8	8.4	1.5	0.36	0.18
250	2,4,6	0.0	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	1.8	0.4	8.2	0.0	2.7	0.2	0.1	0.0	0.7	0.2	9.0	0.2	5.5	0.9	0.02	0.16
125	2	0.3	4.8	3.3	1.4	6.3	12.3	2.9	6.0	4.0	1.8	2.8	1.5	0.2	8.2	0.2	1.6	10.8	27.1	9.4	10.5	2.51	1.12
125	2,4	0.0	2.6	2.2	1.0	4.5	7.8	3.9	4.1	9.0	0.3	3.5	1.4	0.2	1.5	0.3	0.3	13.7	12.2	9.9	6.8	0.89	0.69
125	2,4,6	0.0	1.1	1.6	0.9	1.7	5.4	2.6	4.1	9.3	0.0	2.3	0.9	0.5	0.1	0.3	0.3	11.5	6.6	6.8	6.2	0.57	0.91
Control	—	1.4	8.8	3.5	2.2	1.3	23.3	2.3	8.3	1.5	28.9	1.4	12.3	0.9	16.6	0.4	7.3	5.1	77.6	7.6	30.1	15.21	3.96

表 2. 乙烯對胡瓜第一朵雌花着生節位與開花日期的影響

Table 2. The effect of Ethrel on the nodal position of first female flower and the blooming index of female and male flower of cucumber.

Treatment		Green Bowl			S-204		
Conc. of Ethrel (ppm)	Leaf stage	1st female flower located node	blooming index x		1st female flower located node	blooming index x	
			♀	♂		♂	♂
250	2	7.1 bc	0.593 d	0.801 cd	4.4 d	0.732 b	0.674 c
250	2,4	7.1 bc	0.394 bc	0.514 b	5.5 e	0.587 a	0.330 b
250	2,4,6	8.6 c	0.256 a	0.099 a	5.4 e	0.544 a	0.176 a
125	2	6.4 b	0.636 d	0.865 cde	2.7 ab	0.793 b	0.793 cd
125	2,4	6.5 b	0.437 c	0.805 cde	2.8 ab	0.785 b	0.757 cd
125	2,4,6	7.9 bc	0.333 b	0.692 c	3.1 ab	0.736 b	0.766 cd
Control	—	4.3 a	0.835 e	0.953 e	2.2 a	0.883 c	0.862 d

x : Blooming index for flowering date $= \frac{\text{accumulative number of plants flowered.}}{\text{flowering period} \times \text{total number of plants}}$

y : Means in columns followed by a common letter do not differ significantly at the 5% level, according to Duncan's Range test.

表 3. 乙烯對胡瓜單株花型，果重，株高，種子量與種子發芽率的影響

Table 3. The effect of Ethrel on flowering, fruit weight, plant height, seed yield and seed germination per cucumber plant.

Treatment		♀ within 45 days		Total ♀		♂ within 45 days		Total ♂	
Conc. of Ethrel (ppm)	Leaf stage	Green Bowl	S-204	Green Bowl	S-204	Green Bowl	S-204	Green Bowl	S-204
250	2	2.7 c[a]	4.2 bc	12.8 cd	7.7 bcd	8.3 bc	2.2 b	19.1 c	6.8 bc
250	2,4	0.6 a	2.3 a	10.7 bc	8.7 cde	2.0 a	0.5 a	4.8 a	1.5 a
250	2,4,6	0.0 a	1.8 a	9.0 b	5.5 a	0.2 a	0.4 a	0.2 a	0.9 a
125	2	2.4 c	5.4 c	10.8 bc	9.4 de	15.4 d	5.1 c	28.1 d	10.7 c
125	2,4	1.3 b	4.3 bc	13.8 d	9.9 e	9.2 c	3.3 b	13.1 bc	6.9 bc
125	2,4,6	0.2 a	3.6 b	12.7 cd	6.9 ab	5.4 b	3.3 b	6.9 ab	6.3 b
Control	—	2.5 c	5.2 c	5.6 a	7.6 bc	24.3 e	7.6 d	81.9 e	30.2 d

Treatment		plant height(cm) (25 node)		fruit weight (g)		Seed yield (per fruit)		percentage of seed germination	
Conc. of Ethrel (ppm)	Leaf stage	Green Bowl	S-204	Green Bowl	S-204	Green Bowl	S-204	Green Bowl	S-204
250	2	202.7 de	168.4 bc	1218.0 a	615.5 a	233.3 cd	212.8 abc	95.6 a	97.6 a
250	2,4	176.6 bc	161.2 ab	1099.0 a	647.5 a	178.5 ab	201.3 ab	90.4 a	97.8 a
250	2,4,6	146.1 a	144.1 a	1058.0 a	688.3 a	163.0 a	194.8 a	97.4 a	93.1 a
125	2	203.9 de	186.4 cd	1247.0 a	706.8 a	243.0 d	230.5 cd	91.0 a	93.4 a
125	2,4	188.8 cd	171.1 bcd	1154.0 a	604.3 a	203.3 bc	224.3 bc	98.9 a	98.2 a
125	2,4,6	164.5 ab	153.9 ab	1267.0 a	694.3 a	183.0 ab	220.5 bc	91.5 a	96.9 a
Control	—	214.7 e	192.7 d	1382.0 a	681.5 a	252.3 d	249.3 d	91.7 a	97.7 a

a. Means in columns followed by a common letter do not differ significantly at the 5% level, according to Duncan's Range test.

連續噴施三次爲最適宜。

黄氏；McMurray 氏[4,15] 報告中稱：Ethrel 促進胡瓜雌花連續着生之作用甚强，在其試驗中甚至有連續 19 節着生雌花之現象發生。本試驗無論以 125 或 250 ppm，分別處理 1 次或多次，都無法使植株連續 19 節着生雌花。而是間隔性的着生在主蔓上。探討原因，可能與品種有關，因黃氏和 McMurray 氏所選用的品種前者爲「臺中節瓜」；後者爲「SC-23」，這些品種屬高雌性品種及全果加工品種，因此雌花較多。而本試驗所採用的品種均爲雌雄異花同株品種，雌花較少。一般雌性較高之品種，性型較不穩定，易受環境因子或化學藥劑所左右[4,22]。Karchi 氏[10] 曾利用 Ethrel 360 ppm 來處理 Beit Alpha（雌雄異花同株品種）和 Alma（高雌性品種），結果發現 Alma 所誘導出來之雌花數較 Beit Alpha 高出 19 %。故本試驗雌花着生現象與兩氏結果有所不同。爲使果實得到足够的養分和種子較爲飽滿，一般留種植株上，僅留 2～3 個果實，所以植株雖不能連續 19 節着生雌花，但並不影響種子生產量，反而由此可省去因雌花着生過多而需人工摘花等繁雜之操作。經 Ethrel 處理後之植株，初期之雌花形成受抑制，所以第 1 朶雌花着生位置及始花期，較一般植株爲高及爲晚，但此一現象在採種上亦相當有利。因在植株生長初期，植株本身尙未充分發育，葉數較少，此時留果，果實不能充分肥大，同時尙因着果節位較低，太靠近地面，有果形較差，採收不便，果實內種子含量較少和果實容易腐爛等缺點，經處理過之植株，大約在 6～7 節才開始着生雌花，此時植株生育良好，結果亦良好，果實內種子量多亦飽滿。

依胡瓜開花習性，每節位都應有雄花或雌花分別着生，甚少有雌花和雄花同時着生在同一節上或同一節上同時開放兩朶雌花[4,22]。本試驗期間，曾發現部份植株在某些節位上，無雄花或雌花着生，亦有部份植株在某些節位上，同時着生雌花和雄花或者 2 朶雌花（圖 3）。這現象之發生，是受 Ethrel 影響所致。因在調査資料上，得知不着生花之節位似與噴施時期有關，同時濃度愈濃，次數愈多，間段性的着生花之現象更爲明顯。伊東氏認爲，胡瓜花型在分化初期不分其性型，當花器分化到雌蕊以後才開始分別雌性或雄性。如雄蕊停止發育，則形成雌花；如雌蕊停止發育，則形成雄花，並繼續分化形成數個花蕾。故使用生長調節物質欲控制性型者，應在花芽之性型尙未決定之前的節位才有效果，如處理時，已分化爲雌蕊或雄蕊者，則無法再改變其性型[3]。由此論點來看，雄花蕾在每一節上，其數目由二至十數個不等，如在處理 Ethrel 之前，雄蕾節位上之部份花蕾已分化完成，則不受 Ethrel 影響改變其性型，尙未分化者，則受 Ethrel 影響，而轉變爲雌花，故有同一節上着生兩種花性型或同時開兩朶雌花之情形發生

Ethrel 能縮短節間長度，影響植株外觀，以 250 ppm 連續噴三次者，最爲明顯。經變方分析結果，植株高度及單果種子含量，各處理間差異顯著。但均未嚴重傷害植株生育或使種子總生產量減少。一般在胡瓜留果株上，僅在 6～8 節處留一果，然後到 14～16 節處再留一果，因在留第二果時，第一果已發育完成，所以第二果之着果率較高，果實發育亦好。如在留第一果後 1～2 天內，再留第二果，此時，大部份的營養分都在供應第一果發育用，所以第二果之着果率低，且果實發育不良，經 Ethrel 處理後之植株，常有在同一節上有兩朶雌花或上下節之雌花同日開花之現象，如將同一天開的雌花一起留果時，這兩果實都能發育良好（圖 4）。故經處理過之植株，單株結果數量較多，此可彌補單果種子含量較少之缺點。至於果實重量及種子發芽率，各處理間差異並不顯著。

植株經處理後，雄花數目減少甚多，尤其以連續噴三次者，更爲顯著，但未能完全抑制雄花之出現，其中，以 250 ppm 處理 3 次者，在 S-204 品種裡，約有 0.9 個雄花出現；在萬綠品種裡，僅有 0.2 個雄花發生。這些雄花，大部份在初期發生，偶而在中期或末期亦會出現，此與處理時期，植株間生育情況，噴施均勻度有密切關係。胡瓜植株間之發芽及生育速率參差不齊，故在噴施 Ethrel 之時期，甚難控制。當採種田大部份幼株生長至二片本葉展開時，已有小部份幼株長至 3～4 片本葉，如在此時噴 Ethrel，已生長至 3～4 片本葉之幼株，雄花已分化完成，Ethrel 無法轉變其花性，而有少數雄花發生，影響採種純度。所以在幼株期，細心巡視採種園；摘除雄花蕾；拔除生育過盛

之幼株或視單株發育情況，採用個別定時、定量處理等，相信能徹底消除雄花發生。如此，利用 250 ppm 之濃度及在第二，第四和第六片本葉展開時，各噴一次，即能將植株花型轉變成爲全雌性花株，作爲一代雜交採種之母本。目前在本省全雌性胡瓜尚未育成及工資昂貴之時，可利用 Ethrel 來控制雄花發生，并採用自然授粉法，減少人工授粉之操作則可減低雜交種子生產成本，以增進本省蔬菜採種事業。

參 考 文 獻

1. 唐振維·1976·蔬菜育種·園藝作物育種講習會專刊：111-122。
2. 黃 涵·1972·(2-chloroethyl) phosphonic acid 在農業生產上之實際應用·中國園藝 18 (2,3)：94-98，157-164。
3. 黃敏展、吳月玲·1971·Ethrel (2-chloroethyl phosphonic acid) 及 Alar (B-Nine) 對於胡瓜 (*Cucumis sativs*, L.) 之生長和性型表現之影響·中國園藝 17(6)：306-312。
4. 杉山直儀著·賴以修譯·蔬菜發育生理與栽培技術： 205-229·復漢出版社。
5. Beyer, E. M., Jr. 1976. Silver ion : A potent antiethylene agent in cucumber and tomato. HortScience. 11 : 195-196.
6. Cantliffe, D. J. and S. C. Phatak. 1975. Use of ethephon and chlorflurenol in a once-over pickling cucumber production system. A. S. H. S. 100(3) : 264-267.
7. Coyne, D. P. 1970. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid on sex expression and yield in Butternut squash and its usefulness in producing hybrid squash. HortScience. 5(4) : 227-228.
8. Freytag, A. H., E. P. Lira, and D. R. Isleib. 1970. Cucumber sex expression modified by growth regulators. HortScience. 5(6) : 509.
9. Ito, H. and T. Saito. 1960. Effectors responsible for the sex expression of cucumber plant. XII. Physiological factors associated with the sex expression of flowers. Tohoku Jour. Agric. Res. 11 : 287-308.
10. Karcjo, Z. and A. Govers. 1972. Effects of ethephon on vegetative and flowering behavier in cucumber (*Cucumis sativus*, L.) . A. S. H. S. 97(3) : 357-360.
11. Lower, R. L. and C. H. Miller. 1969. Ethrel (2-Chloroethanephosphonic acid) a tool for plant hybridizers. Nature. 222 : 1072-1073.
12. Lower, R. D., C. H. Miller and F. H. Baker. 1970. Effects of 2-Chloroethylphosphonic acid treatment at various stages of cucumber development. HortScience. 5(5) : 433-434.
13. Matsuo, E. 1968. Studies on the photoperiodic sex differentiation in cucumber (*Cucumis sativus*, L.) I. Effect of temperature and photoperiod upon the sex differentiation. Jour. Facu. Agric. Kyushu. Univ. 14 : 483-506.
14. McMurray, A. L. and C. H. Miller. 1968. Cucumber sex expression modified by 2-Chloroethanephosphonic acid. Science. 162 : 1397-1398.
15. McMurray, A. L. and C. H. Miller. 1969. The effect of 2-Chloroethanephosphonic acid (Ethrel) on the sex expression and yield of Cucumis sativus. A. S. H. S. 94(4) : 400-402.
16. Miller, C. H., R. L. Lower, and H. P. Fleming. 1970. Evaluation of pickles from cucumber plants treated with 2-Chloroethylphosphonic acid. HortScience. 5(5) : 434-435.
17. Mitchell, W. D. and S. H. Witwer. 1962. Chemical regulation of flower sex expression and vegetative growth in *Cucumis sativus*, L. Science. 136 : 880-881.
18. Nitsch, J. P., E. B. Kurtz, Jr., J. L. Liverman, and F. W. Went. 1952. The development of sex expression in cucurbit flowers. Amer. J. Bot. 39 : 32-43.
19. Owens, K. W., G. E. Tolla, and C. E. Peterson. 1980. Induction of staminate flowers on gynoecious cucumber by aminoethoxyvinylglycine. HortScience. 15(3) : 256.

20. Rudich, J., N. Kedar, and A. H. Halvey. 1970. Changed sex expression and possibilities for F_1-hybrid seed production in some cucurbits by application of ethrel and alar (B-995). Euphytica. 19 : 47-53.
21. Shannon, S. and R. W. Robison. 1979. The use of ethephon to regulate sex expression of summer squash for hybrid seed production. A. S. H. S. 104(5) : 674-677.
22. Shifriss, O. 1961. Sex control in cucumber. J. Hered. 52 : 5-12.
23. Tolla, G. E. and C. E. Peterson. 1979. Comparison of gibberellin A_4/A_7 and silver nitrate for induction of staminate flowers in a gynoeciuos cucumber line. HortScience. 14 : 542-544.

The utilization of ethrel for seed production of hybrid cucumber[1]

Wei-zheng Yang[2]

Summary

2-Chloroethanephosphonic acid (Ethrel) can change the sex expression of cucmber, such as increasing the pistillates and decreasing the staminates. However, at high concentration of 1,000 ppm or 500 ppm it adversely affected the plant and fruit growth. Ethrel of 250 ppm applied once at the second, the fourth and the sixth true leaf stage, respectively, could effectively eliminate staminate flower. There were no significant effects on fruit weight and seed germination with different treatments. Seed yield per fruit was least with three sprays of 250 ppm of ethrel, but the total seed yield per plant were not significantly different. Thus ethrel can be used as a tool of emasculation for seed production of hybrid cucumber.

1. Contribution No. 978 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Horticulturist. Department of Horticulture, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2) : 157～165 (1981)

臺農 15 號大豆新品種之育成[1]

詹國達[2]

摘要 1.臺農 15 號是民國 69 年 11 月命名的，其品系代號爲 H-15 ，其雜交組合是「下田不知×三國」。

2.臺農 15 號在品系試驗及區域試驗時之產量，春作平均 1,741 kg/ha，增產 19 %；夏作平均爲 1,498 kg/ha，減產 3.5 %；秋裡作平均爲 1,278 kg/ha，增產 10 %。顯示新品種最適宜於春作及秋裡作栽培。

3.臺農 15 號的生育天數較短，春作爲 86～126 天，平均爲 104 天 ， 較早熟 5 天；夏作爲 72～100 天，平均爲 86 天，較早熟 6 天；秋裡作爲 86～112 天，平均爲 102 天，早熟 4 天。

4.臺農 15 號的株高 33～58 cm ，與十石略相似。其莖枝葉等外表度小 ，不易倒伏，對毒素病具抵抗性，但感染銹病。花紫色，茸毛灰色，莢果灰褐、種皮黃，臍淺褐色，種粒較小 ，百粒重 12～15 g，種子含油 14.7～16.5 %，含蛋白質 43～44 %。

5.多年試驗資料顯示：臺農 15 號新品種具有產量穩定、早熟、株高適中等優良特性，因之在試驗末期 ，該品種便被雲林及嘉義等地區的農友自動流傳栽培，栽培面積年爲 3,000～4,000 公頃，爲本省第一個不推而廣被栽培的大豆品種，給農友帶來巨額的利益，可謂利國利民。

約自民國 56 年起，本省的製油企業及畜禽事業勃興，對大豆之需要量激增，由當年進口 35 萬公噸增至 68 年的 110 萬公噸 (17,18) 。十多年來大豆之消費量增加三倍有餘，然省產大豆數量却由 56 年的七萬五千公噸（本省最高生產紀錄） (17) ，直線下降，至 68 年降爲三萬多公噸 (18) ，成爲本省大豆推廣與生產之最低潮。

多位農業專家 (1,7,8,10) 曾分析本省大豆栽培面積減少之原因，其中在品種方面，以新育成品種的成熟期較長，不適宜於當地的栽培制度，似爲重要原因之一 (2,6) 。農試所在 50 年代初期，前技士鄭玉威先生與筆者，共同育成一系列早熟之 "H" 品系（H-7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, ……86)，其中 H-11 經採用爲早熟親本，育成臺農三號 (20) 及臺農四號 (9) 。另一品系 H-15 於歷年試驗中，產量雖不甚突出，但在春作較早熟 1～12 天，夏作較早熟 1～15 天，秋裡作較早熟 2～9 天。因之該 H-15 品系，在試驗末期 ，便被雲林及嘉義二地區的農友自動流傳栽培 ，形成一個 H-15 特殊栽培區，栽培面積年約爲 3,000～4,000 公頃左右 (18) ；同時該 H-15 的種子，已在該二地區的種子店中出售。鑑於該品系的早熟性及諸多既存事實，農試所乃於去 (69) 年 11 月，申請將該H-15 品系通過命名爲臺農 15 號。又爲確保該品種之特性及純度，以利增產起見，農試所承臺灣區雜糧發展基金會之助 (19) ，於今 (70) 年春作進行該新品種之原原種種子繁殖工作，以便供應各級良種繁殖，更新種子之用。

育成經過

一、雜交及各世代試驗過程：爲簡明起見，茲將有關試驗過程，列成表 1 。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 987 號。
2. 本所農藝系技士，臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

表 1. 臺農 15 號 (H-15) 之試驗過程

Table 1. The breeding procedure of Tainung No. 15 (or H-15) soybean

試驗過程 Breeding procedure	年期作 Year and crop season	世代 Generation	說明 Description
雜交 Crossing	47年夏作 1958 summer		雜交組合爲：下田不知×三國 Shimoda×Sunkuo
後代分離選拔 Seg. & sel.	48年春作至50年夏作 1959 spring to 1961 summer	F_1-F_5 F_1-F_5	採用譜系法 Pedigree method was adapted
初級品系試驗 Preliminary yield trial	50年秋作至51年春作 1961 fall to 1962 spring	F_6-F_7 F_6-F_7	採用逢機完全區集設計 Randomized complete block design were adapted
高級品系試驗 Advanced yield trial	51年夏作至52年春作 1962 Summer to 1963 spring	F_8-F_9 F_8-F_9	同前 Ditto
區域試驗 Regional yield trial	52年夏作至54年春作 1963 summer to 1965 spring	F_{10}-F_{15} F_{10}-F_{15}	同前 Ditto
地方試作 District yield trial	54年夏作 1965 summer	F_{16} F_{16}	同前 Ditto

二、初級及高級品系產量試驗成積（表2）

（一）初級品系試驗：於 50 年秋作在岡山農校農場，及 51 年春作在全省 6 處進行。參試品系秋作 17 個，以百美豆爲對照種；春作爲 20 個，以高系 86 號爲對照種。試驗結果，新品種秋作的公頃產量爲 1,223 kg，增產 22 %，且早熟 3 天 [13]。春作以臺中試區的 3,889 kg/ha 爲最高，屏東試區的 2,831 kg/ha 次之。其中在苗栗、臺東、臺中及臺南等試區，各別增產 26，16，12及 4 %，且較早熟 7 ～12 天 [2]。

（二）高級品系試驗：於 51 年夏作及 52 年春作，由各區農業改良場執行。各期作各設置 6 處。夏作參試品系 20 個，以高系 86 號爲對照種；春作參試品系爲 16 個，以臺高一號爲對照種。試驗結果；夏作以臺中試區的 2,489 kg/ha 最高，臺東試區的 1,172 kg/ha 次之；其中在苗栗及臺東試區，各別增產 8 及 20 %，且較早熟 3 天及 7 天；在其餘四試區，則減產 6～20 %，但亦均早熟 5～9 天 [14]。春作試驗中，亦以臺中試區的 2,886 kg/ha 最高產，屏東的 1,661 kg/ha 次之；六處中有新竹及臺東二試區各別增產 53 及 4 %，其餘 4 處則不如對照種。然新品種在各試區均較早熟（1～12天）[15]。

就新品種在上述品系試驗（表2）之公頃產量觀之，春作平均爲 1,865 kg，增產 4 %；夏作平均爲 1,539 kg，增產 7 %；秋作爲 1,223 kg，增產 22 %。新品種的平均生育日數，春作爲102天，較對照種早熟 6 天；夏作爲 80 天，早熟 6 天；秋裡作爲 112 天，早熟 3 天。新品種的株高春作平均爲 59 cm，夏作爲 51 cm，秋裡作爲 30 cm，屬於中高型品種，不易倒伏。

表 2. 臺農 15 號 (H—15) 品種在品系試驗時的成積[a]

Table 2. Preliminary and advanced yield trials of newly released Tainung 15 (or H-15) soybean.

年 Year	期作 Crop season	試驗名稱 Name of experiment	區地 District	株高 Plant ht. cm	生育日數[c] Growth duration	產量 Yield kg/ha	產量 Yield Index
50 1961	秋作 Fall crop	初級品系試驗 preliminary yield trial	岡山 Kanshan	30	112 (−3)	1,223	122
51 1962	春作 Spring crop	初級品系試驗 Preliminary yield trial	羅東 Lotung	61	120 (−6)	1,673	86
			苗栗 Miaoli	64	126 (−12)	881	126
			臺中 Taichung	85	108 (−10)	3,889	112
			臺南 Tainan	51	94 (−7)	1,016	104
			屏東 Pingtung	70	98 (−1)	2,831	79
			臺東 Taitung	43	98 (−9)	2,229	116
	夏作 Summer crop	高級品系試驗 Advanced yied trial	苗栗 Miaoli	47	82 (−3)	1,118	108
			臺中 Taichung	56	75 (−9)	2,489	93
			臺南[b] Tainan	45	82 (−5)	592	94
			屏東[b] Pingtung	47	80 (±0)	572	81
			臺東 Taitung	49	72 (−7)	1,172	120
			花蓮[b] Hualian	61	86 (−7)	503	80
52 1963	春作 Spring crop	高級品系試驗 Advanced yield trial	新竹 Hsinchu	73	105 (−1)	1,608	153
			臺中 Taichung	82	108 (−3)	2,886	90
			臺南[b] Tainan	41	95 (−7)	783	93
			屏東 Pingtung	56	86 (−12)	1,661	98
			臺東 Taitung	36	93 (−2)	1,544	104
			花蓮 Hualien	46	94 (−6)	1,382	86
平均 Mean	春作(51—52年共12處) Spring crop(12 locadions tested in 1962 to 1963)			59	102 (−6)	1,865	104
	夏作 (51年共6處) Summer crop(6 locations tested in 1962)			51	80 (−6)	1,593	107
	秋作 (50年秋1處) Fall crop (1 location in 1961)			30	112 (−3)	1,223	122

a. 本項試驗51～52 年部分，係承各區農改場辦理，又本資料摘自雜作簡報 3：65-66；4 ：94-98；5：125-128 頁。Data summarized from Annual Report of Food Crops Improvement (A. R. F. C. I.) 3：65-66, 1961; 4：94-98, 1962 and 5：125-128, 1963. Yield trials of 1962 and 1963 were conducted by District Agricultural Improvement Stations (DAIS).

b. 本期作之試驗環境欠佳，普遍低產，所列產量未予採計，僅供參考。 Lower yields due to unfavorable growth conditions.

c. 生育日數後括弧內之數字 (－) 或 (＋)，表示較對照種早熟或晚熟的天數。Days from seeding to maturity. Numbers in parentheses indicates less (—) or more (+) days needed to reach maturity in comparison with check varieties.

三、區域試驗成績：新品種於 52 年夏作開始，參加全省性大豆新品種區域試驗，由各區農業改良場執行，共經三年六期作 35 處試驗，試驗結果如表 3 。由該表知，兩年春作共 14 處中，有羅東、三重、新竹、臺中、屏東及花蓮等 9 處增產 5～171 %，一處（屏東）與對照種相似，另外 5 處減產 1～14 %；該期作之產量爲 997～2,396 kg/ha (4,5)，地區間之差異頗大。夏作 15 處中，在三重、新竹、臺中及臺南等 4 處增產 1～27 %，在另 11 處試區中減產 3～51 %；其公頃產量爲 600～1,921 kg (3,4)，變異性亦大。六處秋裡作試驗中，在屏東及臺東試區各增產 18%及 5 %，另 4 處則減產 4～11% (4,5)。

就新品種區域試驗各期作之平均產量而言，春作爲 1,617 kg/ha，較對照種增產 34 %；夏作爲 1,404 kg/ha，減產 14 % ； 秋裡作爲 1,333 kg/ha，減產 1 %。新品種的生育期，春作爲 94—120 天，平均爲 106 天（早熟 3 天）；夏作爲 85～100 天，平均爲 92 天（早熟 6 天）；秋裡作爲 88～96 天，平均爲 92 天（早熟 5 天）；顯示新品種在三期作中，均確具早熟性。

表 3. 臺農 15 號品種在區域試驗中之成績 [a]

Table 3. Regional yield trials of newly released Tainung 15 soybean

年 Year	期作 Crop season	地區 District	株高 Plant ht. cm	生育日數[b] Growth duration	產量 Yield kg/ha	產量 Yield Index
52 1963	夏作 Summer crop	臺北 Taipei	89	85(−9)	1,631	97
		新竹 Hsinchu	77	95(−1)	1,291	91
		臺中 Taichung	43	98(+4)	1,674	127
		臺南 Tainan	47	93(−5)	940	87
		屏東 Pingtung	39	90(−15)	600	53
		臺東 Taitung	50	82(−8)	1,786	82
		花蓮 Hualien	54	94(−3)	1,900	78
52 1963	秋裡作 Fall crop	臺南 Tainan	40	92(−3)	1,228	89
		屏東 Pingtung	44	89(−9)	1,535	118
		臺東 Taitung	38	96(−3)	1,236	90
53 1964	春作 Spring crop	羅東 Lotung	65	108(±0)	1,722	109
		三重 Sanchung	38	106(+7)	997	136
		臺南 Tainan	47	112(±0)	1,487	91
		屏東 Pingtung	42	98(±0)	1,411	100
		臺東 Taitung	55	94(−7)	2,264	88
		花蓮 Hualien	55	109(−12)	1,375	105
	夏作 Summer crop	羅東 Lotung	60	88(−9)	1,415	98
		三重 Sanchung	52	90(−30)	1,048	106
		新竹 Hsinchu	47	100(−2)	1,476	106
		臺中 Taichung	67	99(+13)	1,211	101
		臺南 Tainan	59	94(+3)	1,433	82

續表 3.

年 Year	期作 Crop Season	地區 District	株高 Plant ht. cm	生育日數[b] Growth duration	產量 Yield kg/ha	Index %
		屏東 Pingtung	45	94(−9)	955	49
		臺東 Taitung	61	84(−11)	1,919	87
		花蓮 Hualien	60	97(−6)	1,157	50
	秋裡作 Fall/winter crop	臺南 Tainan	—	— —	1,378	89
		屏東 Pingtung	34	88(−4)	1,587	96
		臺東 Taitung	22	91(−8)	866	105
54 1965	春作 Spring crop	羅東 Lotung	—	112(−3)	1,385	271
		三重 Sanchung	47	120(+4)	794	196
		新竹 Hsinchu	82	112(−3)	1,922	160
		臺中 Taichung	100	98(+4)	2,396	114
		臺南 Tainan	53	103(±0)	1,900	99
		屏東 Pingtung	55	98(+2)	2,093	145
		臺東 Taitung	38	95(−8)	1,695	86
		花蓮 Hualien	—	120(−12)	1,222	139
平均 Mean	春作(共14處) Spring crop (14 locations)		56	106(−3)	1,617	134
	夏作(共15處) Summer crop (15 locations)		56	92(−6)	1,404	86
	秋裡作(共6處) Fall/winter crop (6 locations)		36	92(− 5)	1,333	99

a. 本區域試驗係承各區農業改良場辦理，又本表資料摘自雜作簡報 5：129-144；6：148-161；7：177-185。Regional yield trials were conducted by 7 DAIS. All the data summarized from A. R. F. C. I. 5: 129-144, 1963; 6: 148-161, 1964 and 7: 177-185, 1965.

b. 生育日數說明如表 2. See table 2 for description.

四、地方試作成績：新品種地方試作是在新竹地區進行，供試品種七個。試作結果，新品種在三處的公頃產量均低 (690～1,603 kg)，較對照種臺農 2 號 (R) 減產 10～49 %；平均減產23%。但生育期均較短，平均早熟 8 天[6]。

表 4. 臺農 15 號品種地方試作成績[a]

Table 4. District yield trials of Tainung 15 soybean

地 點 Location	株 高 Plant ht. cm	生育日數[b] Growth duration	產量 Yield kg/ha	Index
竹 東 Chutung	63	94 (−9)	1,603	90
後 龍 Houlong	47	96 (−8)	1,274	90
銅 鑼 Tonglou	35	88 (−8)	690	51
平 均 Mean	48	92 (−8)	1,189	77

a. 本試驗於民國 54 年夏作由新竹區農改場辦理，資料摘自雜作簡報 7：190—192、1965。District yield trials of summer crop season 1965 were conducted by Hsinchu DAIS. Data summarized from A. R. F. C. I. 7 : 196-196, 1965.

b. 生育日數說明如表 2. See table 2 for description.

綜觀新品種在品系試驗（表 2），區域試驗（表 3），及地方試作（表 4）各期作之平均產量，春作爲 1617—1865，夏作爲 1189—1593，秋裡作爲 1,223～1,333 kg/ha。各期作之生育日數春作爲 102—106 天，夏作爲 80—93 天，秋裡作爲 92—112 天。各期作之株高，春作爲 56～59 cm，夏作爲 48～56cm，秋裡作爲 30～36cm。多年試驗中，此三性狀之表現，均頗爲接近，顯示新品種具有產量穩定、早熟、株高適中，不易倒伏等優良特性。

品種特性

一、植物性狀：1.植株形態：植株中高，莖枝葉較細小，節間短不易倒伏，分枝及莢數中多，莢果中大，莢形細長成彎月形，全株外表各部位，廣被灰色茸毛，外形佳。2.莖色：幼莖基部呈紫色。3.葉形：成稍長之心臟形。4.花色：紫色。5.茸毛：爲灰色正常直立型。6.莢果：灰褐色，腹背縫合線甚爲明顯，不易裂莢。7.種子：種皮光滑，黃色，卵圓形，臍淺黃褐色。

二、重要農藝性狀：茲列出新品種之重要農藝性狀如表 5。

表 5. 臺農 15 號品種之重要農藝性狀

Table 5. Plant characters of newly released Tainung No. 15 (or H-15) soybean

期作 Crop season	株高 Plant ht. cm	分枝數 Branches	主莖節數 No. of nodes	生育日數 Growth duratiou	產量 Yield kg/ha	百粒重 100-seed-weight. g	含油率 Oil content %	蛋白質含量 Protein content %
春作 Spring crop	58	5	15	104	1,741	14.2	16.49	43.94
夏作 Summer crop	52	4	14	88	1,395	13.5	15.10	43.35
秋裡作 Fall/winter crop	33	3	11	102	1,278	11.6	14.75	43.21

三、抗病性：對大豆毒素病（Soybean mosaic）具抵抗性，對銹病（Rust）抵抗力弱（69 年秋作在臺中之發病率爲 233—333 級[21]。

品 種 優 劣 點

一、優點：1.早熟，新品種之生育日數春作爲 104 天，夏作爲 88 天，秋裡作爲 102 天，屬於早熟性品種，適合短期季節之輪作栽培，如雲林及嘉義地區之春夏作。2.株高較矮，三期作均不易倒伏。3.分枝數適中，可行適度密植而增產。4.適應性大產量穩定，可在全省各地春夏作栽培，其增產量高，且多年相似。5.種子品質優，種粒大小適中，含蛋白質高（43～44%），頗宜於本地豆品加工業之需要。6.其他爲植株稍能耐旱及耐瘠。

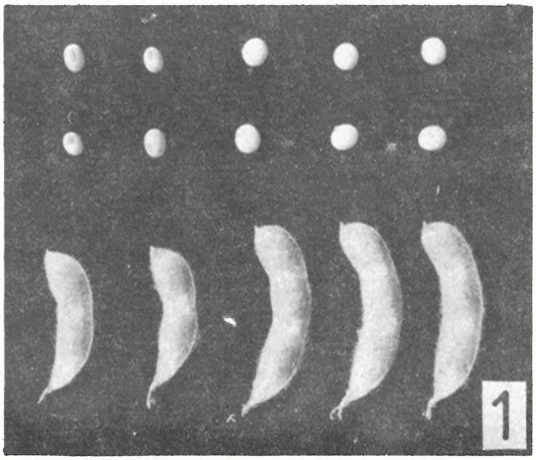
二、劣點：抗銹病力弱。

栽 培 注 意 要 點

一、栽培密度：整地栽培時，春作採用（50～55）×10，夏作採用（40～45）×10 cm 的行株距，每穴種二株。條播時的行距相同，每公頃播種量，春作爲 50～60 kg，夏作 60～80 kg。秋裡作採用禾根豆法栽培時，每公頃播種量爲 70～90 kg.

三、防治銹病以求高產：在開花前及結莢初期，各噴施大生-45 一次（400 倍），隔 10 天再噴一次，以防治銹病而增產[11,12,16]。

三、提早播種：春作應在二月中以前播種，俾能在雨期（6～7月）來臨前收割完畢，免受雨害之損失。



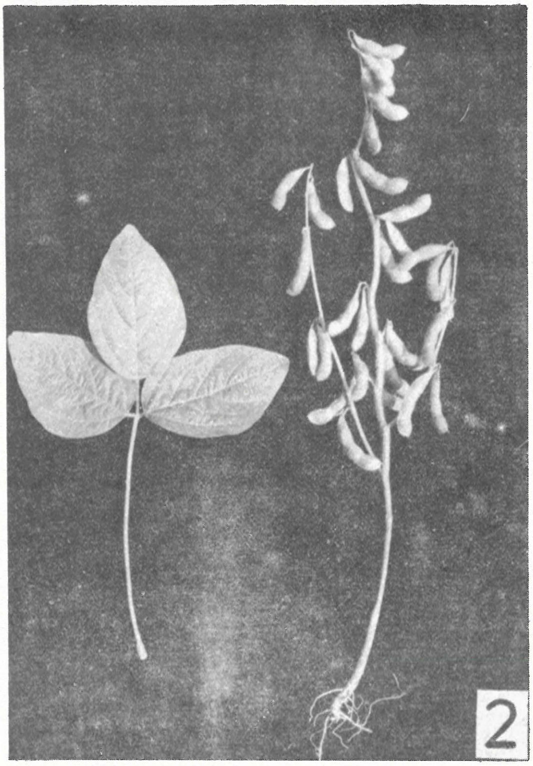


圖 1. 臺農 15 號品種之莢果及種子。
圖 2. 臺農 15 號品種之葉片及成熟植株。
Fig. 1. The matured pods and seeds of Tainung No. 15 soybean.
Fig. 2. The trifoliolate leaf and matured plant-type of Tainung No. 15 soybean.

引 用 文 獻

1. 林義祥・1975・臺灣大豆產銷與增產措施。雜糧與畜產 25：15-20。
2. 洪阿田・1973・高雄三號大豆新品種之育成。高雄區農改場六十二年度試驗報告：89-97。
3. 高雄及各區農業改良場・1963・大豆新品種區域試驗。雜作簡報 5：129-144。
4. 高雄及各區農業改良場・1964・大豆新品種區域試驗。雜作簡報 6：148-161。
5. 高雄及各區農業改良場・1965・大豆新品種區域試驗。雜作簡報 7：177-189。
6. 高雄及各區農業改良場・1965・大豆新品種區域試驗。雜作簡報 7：190-192。
7. 曾富生、詹國連・1980・臺灣大豆增產可能性及限制因素之探討與改進對策。科學農業 28(7-8)：217-248。
8. 萬雄、鄭懷斌・1969・臺灣大豆之改良。科學農業 17(9-10)：358-367。
9. 詹國連、鄭懷斌等・1971・臺農四號大豆新品種之育成。農業研究 20(2)：56-60。
10. 詹國連・1976・大豆質量改進與增產。科學農業 24(3-4)：127-139。
11. 詹國連・1964・大豆銹病藥劑防治試驗。雜作簡報 6：141-144。
12. 詹國連、曹文隆・1975・大豆銹病減產試驗。雜作簡報 16：206-208。
13. 農業試驗所・1961・大豆新品種比較試驗。雜作簡報 3：65-66。
14. 農業試驗所及各區農業改良場・1962・大豆新品種比較試驗。雜作簡報 4：90-98。
15. 農業試驗所・1963・大豆新品種比較試驗。雜作簡報 5：125-128。
16. 農林廳・1980。植物保護手册：23-24。
17. 臺灣省糧食局、臺灣糧食統計要覽 (1980)。
18. 臺灣省政府農林廳・1973～1980・臺灣農業年報。
19. 臺灣區雜糧發展基金會・1981・大豆新品種示範及種子繁殖補助計劃 (70-01-008)。
20. 鄭玉威、詹國連・1968・抗銹病大豆品種臺農三號之育成。農業研究 17(2)：30-34。
21. Yang, C. Y. 1977. The IWGSR rust rating system. 1-1：4-5. Soybean Rust Newsletter.

The development of Tainung No. 15 soybean[1]

Kuo Lein Chan[2]

Summary

Tainung No. 15 soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) variety, originated from the cross of Shimoda X Sunkuo, was named and released in November, 1980. It was designated as H-15 before registration.

Average seed yields of preliminary, advanced and regional yield trials in the spring, summer and fall/winter crop seasons were, respectively, 1,744, 1,498 and 1,278 kg/ha. Tainung No. 15 outyielded the check varieties by 19% and 10% in the spring and fall/winter crop seasons, respectively. However, the yield was 3.5% less than that of the check varieties when grown as a summer crop. The results suggested that Tainung No. 15 is better adapted to spring and fall/winter crop seasons.

Tainung No. 15 soybean matures about 4-6 days earlier than that of the check varieties. It requires 86-126 (average 104) days in the spring, 72-100 (86) days in the summer and 80-112 (102) days in the fall/winter crop seasons to reach maturity. It fits the local cultural sequence very well.

Tainung No. 15 soybean is 33-58 cm in plant height and is skinny in appearance. It is resistant to lodging and soybean mosaic, but is susceptible to soybean rust (*Phako psora pachyrhizi*, Syd.). It has gray pubescence, purple flowers, gray-brown pods, yellow seed coat with light brown hilum. This variety produces smaller seeds with 100-seed-weight of 12-15g. The seeds contain 14.7-16.5% of crude fat and 43-44% of crude protein.

Based on the experimental results of the past ten plus years, Tainung No. 15 soybean variety showed a steady yield, early-maturity and acceptable plant height. It has been extensively cultivated in Yunlin and Chiayi areas with an acreage of 3,000-4,000 ha since early 1970's. It is also the first soybean variety cultivated commercially by the farmers before formal registration and release in Taiwan. Tainung No. 15 soybean variety is predicted to be of utmost importance in the futhre development of upland crops in Taiwan.

---

1. Contribution No. 987 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Plant Breeder, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）30(2)：167～172（1981）

種子亞麻之生育及產量性狀與植期及播種密度之影響[1]

邱善美[2]

摘要：亞麻莖之最大增長率出現日期，以 S_1, 最早（播後30～40天），次爲 S_2、S_3 及 S_4（播後40～50 天），其增長率分別爲 87.1、94.1、88.4 及 94.0%。但晚播者（ S_4 ）至播後之 50～60 天，仍有 80.2% 之增長率，顯示早播對莖之伸長發育有利，惟莖徑的增大，於亞麻發育初期（播後 20～30 天）即達 40～72 %，早播較晚播之增長率較低。

植期 S_1（10月5日）及 S_2（10月20日）之莖長大於植期 S_3（11月5日）及 S_4（11月20日），顯示早植可促進麻莖的伸長。但有效莖長，以 S_2 最優（68.4 cm），次爲S_4（62.6 cm）及 S_3（62.2 cm），換言之，如種植亞麻之目的爲採纖，其播種期仍以在 11月上旬爲宜，但如以種子爲目的，則以10月上中旬種植產量最高，處理間差異顯著。10月5日（S_1）播種者，各產量性狀如分蘗數、分枝數、全株蒴果數，一個蒴果種子數及千粒重等，概較其他三處理者爲優。播種密度則以 D_4（900株/m^2）及 D_3（1,350 株/m^2）之各產量性狀較 D_1（2,250株/m^2）及 D_2（1,800株/m^2）優異。

亞麻品種大致上可分爲纖維用亞麻（*Linum usitatissium vulgare* Bonninh）及種子用亞麻（*Linum usitatissium humile* Pers）二類，前者栽培之主要目的係採纖、種子副之。後者則爲種子、次爲採纖。本省種植亞麻之歷史可回溯於50年前、栽培面積約爲3～4千公頃之間。由於已往市場的需要，在亞麻試驗研究工作上，以改良纖維亞麻爲首要事務，而對種子亞麻之栽培及改良涉及甚少，資料貧乏。就一般情形言，農友雖種植纖維用亞麻，但仍以能多收種子爲目的，以增加其收益（種子約佔⅔，原莖約佔⅓）即可見其一般之趨勢，因而栽培管理方法亦以獲得多量種子爲原則，同時，近十數年來，因國內經濟結構的改變，農村勞力缺乏，工資高昂，而纖維亞麻所需勞力特多，更由於合成纖維的迅速發展，亞麻纖維乃漸失去原來的重要性，栽培面積大量減少，因此許多先進國家已不再種纖維亞麻，在此種情勢之下，如何就本省亞麻生產事業重新檢討，以突破其瓶頸，實爲一重要課題。

亞麻種子經工廠加工後所獲得之油分，俗稱亞麻仁油（Linseed oil）主要用於油漆，由於造船事業的繁榮，消耗油漆數量與日俱增，相對的，亞麻種子之需求量亦大幅增加。又據化學家及建築家研究試驗發現（4），亞麻仁油爲混凝土建築物表面極佳的保護塗料、高速公路及橋樑之抗裂劑，新道路或橋樑敷以亞麻仁油，即可減少因冰凍而破裂之損失。另外，種子亞麻除種子可供工業重要塗料、油粕可作肥料及飼料外，原莖仍可供製纖廠收購予以採纖，供造紙及其他需要。

亞麻爲本省中部水田冬季裡作主要作物之一種，生育期短，經營成本亦較其他裡作作物低兼，且

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 983 號。承國科會之補助，統計分析承劉博士清之指導及技士張德梅、何惠二位小姐之協助，謹此致最深的謝意。

2. 臺灣省農業試驗所技正。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

推廣、收購、工廠，均有制度遵循，農友栽培技術亦已奠定，實爲一種多用途的經濟作物。據於此，筆者乃以引入之種子亞麻爲試材，藉以探討該等品種，在不同播種期，播種密度環境下，探討對其生育，產量及產量性狀之影響，俾供今後推廣及品種改良方面之參考，進而提供品種更新，以挽救本省亞麻生產事業，使冬季休閒土地得以充分利用，以促進農村繁榮。

材料及方法

本試驗係以自美國引入之 CI 2446 種子亞麻爲供試材料。種植期係 1980 年之 10 月 5 日行第一次播種，嗣後每隔 15 日播種一次，最後播種日期爲 11 月 20日，合計播種四次，分別以 S_1 (10 月 5 日)、S_2 (10月20日)、S_3 (11月 5 日) 及 S_4 (11月20日)代表之。播種密度亦分成四個等級，即 D_1 (2,250 株/m^2)，D_2 (1,800 株/m^2)，D_3 (1,350 株/m^2) 及 D_4 (900 株/m^2)。試驗設計採用 4 × 4 複因子完全逢機區集法，重複四次，作畦、畦長 6 m、畦寬 1.2 m，小區面積 7.2 m^2，田間管理，肥料施用，概依慣行法行之。各處理於播種後 20 天起，隨機選取發育正常，生育中庸之單株 10 株，掛牌，調查莖高及莖徑，隨後每隔 10 天調查一次，共七次，以測定植期及播種密度對亞麻莖發育之影響，以增長率 ($X_n-X_{n-1}/X_{n-1}\times100$) 表示之。俟成熟後各處理逢機選取單株 20 株，乾燥後供室內調查莖長，有效莖長、莖徑、分蘖數、分枝數、一株蒴果數、一蒴果種子數及千粒重等性狀。各處理分別收穫，乾燥及脫蒴果，並秤量其原莖及種子收量，供分析之需。

結果及討論

一、亞麻莖高及莖徑增長率對植期與播種密度之影響

本省亞麻最適的播種期，據季景元等氏之研究報告[(1)]，認爲在中部地區以 11月上旬至 11月中旬爲適宜，而以 11 月中旬播種者成績最佳，如早於 10 月播種，亦可獲得相當的收量，11 月中旬以

表 1. 不同播種期對亞麻莖增長率之差異 [a]

Table 1. Effect of sowing date on the percent increses of plant height and stem diameter of oilseed flax.

Days after sowing	S_1		S_2		S_3		S_4 [b]	
	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)
20 — 30	28.4	40.3	25.4	44.0	25.2	72.3	22.9	65.4
30 — 40	87.1	36.2	81.5	34.4	82.3	57.9	64.1	43.0
40 — 50	63.8	7.0	94.1	5.4	88.4	29.0	94.0	43.1
50 — 60	19.0	5.9	34.3	2.4	45.3	6.0	80.2	41.5
60 — 70	3.6	1.3	9.7	1.6	9.0	4.1	35.4	1.41
70 — 80	1.5	2.1	1.8	1.0	1.3	1.4	6.9	1.10

a. 增長率 $= \frac{X_n-X_{n-1}}{X_{n-1}}\times100$.

The average percent increases of plant height and stem diameter were calculated based on the formulae $X_n-X_{n-1}/X_{n-1}\times100$.

b. S_1、S_2、S_3 及 S_4 分別於 10 月5日、10 月 20 日、11 月5日及 11 月 20 日播種。S_1, S_2, S_3 and S_4 denote the sowing date of Oct. 5, Oct. 20, Nov. 5. and Nov. 20, respectively.

後播者，產量逐漸低減。又據所作播種密度試驗結果顯示[2]， 2,400株/m^2 爲最優，其原莖產量較現行的1,800株/m^2 之密度增產 11.8%，種子收量無差異。吾人都知道，作物的生育，產量的豐歉及品質的優劣與氣候因素的變化關係非常密切，在氣候之諸因子中尤以氣溫、日照時數及降雨之分佈最爲重要。亞麻因品種的關係，所需氣候條件亦略有不同，一般來說，種子亞麻稍喜高溫乾燥，纖維用亞麻則喜涼多濕潤之氣候，因此，本省今後欲以種子亞麻取代目前推廣之纖維亞麻，就播種期及播種密度言，是否仍可沿用目前的方法，實有重新檢討的必要。同時，又由於播種期及密度不同對亞麻之發育有何影響亦須顧及，以便提供正確的管理方法。

本項爲明瞭亞麻莖之伸長及莖徑之發育是否與植期及播種密度而發生差異，乃就各處理間隨機選出 10 個單株，自播種後 20 天起，分別調查其旬間之莖高及莖徑的發育情形，所獲結果列如表 1 及表 2 。

表 2. 不同播種密度對亞麻莖增長率之差異

Table 2. Effect of Planting density on the percent increses of plant height and stem diameter of oilseed flax.

Days after sowing	D_1		D_2		D_3		D_4[a]	
	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	Plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)
20 — 30	59.9	24.2	66.3	34.2	60.9	34.1	65.3	35.8
30 — 40	76.0	97.9	72.8	42.0	79.9	46.1	84.4	38.3
40 — 50	80.1	18.2	80.2	30.6	76.3	31.0	57.5	31.5
50 — 60	36.7	13.2	36.8	12.2	39.9	11.4	50.6	14.0
60 — 70	9.4	5.1	11.0	3.5	10.5	8.8	10.4	3.3
70 — 80	0.25	3.7	1.3	0.4	2.2	5.4	3.3	2.5

a. D_1、D_2、D_3 及 D_4 播種密度分別爲 2,250 株/m^2、1,800株／m^2. 1,350 株/m^2及 900 株/m^2. D_1、D_2、D_3 and D_4 denote the planting density of 2,250 plants/m^2, 1,800 plants/m^2, 1,350 plants/m^2 and 900 plants/m^2, respectively.

表 1 獲知，凡早植者其最高莖之增長率出現日期亦早，顯示早植對莖之伸長有利，晚植者反是，各處理間差別頗大。本試驗第一次播種期爲 10 月 5 日 (S_1) ，最大莖高增長率發生於播種後的 30～40 日，增長率爲 87.1%，第二次 (S_2) 及第三次 (S_3) 播種者則發生於播種後的第 40～50 日，增長率分別爲 94.1 及 88.4%，第四次 (S_4) 播種者雖仍與上述二次播者情形類似，但在播後的 50～60日，仍有 80.2% 之增長率，與其他各處理 (S_1, S_2 及 S_3) 所發生的現象不一致，其主要原因可能係由於氣溫所導至之結果，照一般本省中部地區氣溫變化的情形，10 月間後氣溫逐漸下降 ，尤以晝夜氣溫的變化爲甚所致 (參閱拙作臺灣中部雙期作水田發展多季裡作之 研究 l. 早植稻不稔現象之發生[3]) ，嗣後各旬間之增長率都很小，播種後 70～80 日可謂已停止增長。其次，莖徑之增長率對播種期之變異與對莖高所呈之差異亦不相同 ，處理間莖徑的增大，在亞麻發育的初期 (播後 20～30 天) 即已達到 40～72%，而早期播者較晚期播者增長率趨向低之一方，由此或可顯示，高溫可促進莖之伸長，相反的可減低莖徑的增大，而低溫則可促進初期莖徑的增大，抑制莖部的伸長，因此致使莖長及莖徑在處理間產生差異 (表 1 及 2) 。

表 2 ，示不同種植密度對莖高與莖徑所產生的差異，密植處理區 (D_1 及 D_2) 最大莖高增加率發生於播種後之 40～50 天間，而疏植區 (D_3 及 D_4) 則發生於播種後的 30～40 天，尤以 D_4 (900 株/m^2) 最爲明顯 ，該種現象與競爭學說相違背，或亦可解釋係由於養份的吸收或肥料供給所引起的結

果。至於最大莖徑增長率發生之日期與播種密度之關係，一般來說，處理間均發生於播種後之 30～40天，惟D_1（2,250 株／m^2）處理區最爲明顯（97.9%），其他各處理間之增長率分別爲42.0%（D_2），46.1%（D_3）及 38.3%（D_4），差異較小。

二、植期與播種密度對產量與產量性狀之比較

產量性狀及原莖和種子收量之變方分析如表 3，據表 3 知，植期對亞麻各性狀表現呈極顯著至顯著的差異存在，除原莖產量達顯著性差異外，其他如種子收量，千粒重，一個朔果種子數，一株朔果數等性狀均達極顯著差異程度，顯示種植期對亞麻之收量及其產量性狀影響非常之大，其中尤其是一株的朔果數，一個朔果的種子數，千粒重及種子收量等性狀與植期爲直線關係，早播者優於晚播者。種植密度，除對原莖產量呈極顯著差異及對株高等性狀呈顯著差異外，對有效莖長，一株分蘗數，一株分枝數及千粒重等性狀均未達顯著程度。

表 3. 亞麻產量及產量性狀之變方分析

Table 3. Analysis of variance for yield and yield characteristics of oilseed flax.

S. O. V.	D. F.	Plant ht.	Effective plant ht.	Stem diameter	No. of tiller/plant	No. of branch/plant	No. of capsule/plant	No. of Seed/capsule	1000 seed wt.	Straw yield	Seed yield
Block	3	**	*	*	ns	*	ns	*	ns	**	ns
Sowing density (D)	3	*	ns	*	ns	ns	*	*	ns	**	ns
Liner	1	**	—	ns	—	—	ns	*	—	**	—
Qudratic	1	ns	—	ns	—	—	ns	*	—	ns	—
Cubic	1	ns	—	**	—	—	*	ns	—	*	—
Sowing date (S)	3	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**
Liner	1	**	ns	**	**	**	**	**	*	*	**
Qudratic	1	*	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**
Cubic	1	**	**	ns	**	**	ns	**	ns	**	**
DxS	9	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
Error	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

** Significant at 1% level. * Significant at 5% level. ns nonsignificant.

自表4可知，植期 S_1（10 月5日），S_2（10 月 20 日）之莖長均大於植期 S_3（11 月 5 日）及植期 S_4（11 月 20 日），顯示早期種植可促進麻莖的伸長，然就有效莖長來比較，以 S_2 最優，次爲 S_4 及 S_3，換言之，如種植亞麻之目的爲採纖，仍以在 11 月上旬播種爲宜，原莖產量較高，此與季景元等氏[1]研究結果頗爲一致，但如就種子收量言，其結果適爲相反，即在 10 月5日播種者，均較 10 月 20 日（S_2），11月5日（S_3）及11月20日（S_4）播種者產量爲高，差異顯著。由此

表 4. 不同種植期對亞麻產量及產量性狀之影響

Table 4. Effect of sowing date on the yield and yield characteristics of oilseed flax.

Date of sowing[a]	Plant ht. (cm)	Effective plant ht. (cm)	Stem diameter (mm)	No. of tiller/ plant	No. of branch/ plant	No. of capsule /plant	No. of seed/ capsule	1000 seed wt. (g)	Straw yield (kg/ 7.2m²)	Seed yield (g/ 7.2m²)
S_1	88.2	60.7	3.03	1.03	13.2	33.4	8.8	5.68	2.544	694.4
S_2	88.1	68.4	2.55	0.11	5.7	15.5	8.0	5.61	2.968	572.2
S_3	81.0	62.2	2.28	0.16	5.1	14.6	7.1	5.36	2.683	336.0
S_4	84.0	62.6	2.38	0.18	6.3	19.0	7.5	5.10	2.993	407.5

a. S_1, 10 月 5 日； S_2, 10 月 20 日； S_3, 11月 5 日 ； S_4, 11 月 20 日。 S_1, S_2, S_3 and S_4 denote the sowing date of Oct. 5 Oct. 20, Nov. 5 and Nov. 20, respectively.

結果顯示，種子亞麻之適宜播種期似應在 10 月上中旬左右，11 月下旬雖仍可種植，但產量偏低，再就其他產量性狀比較 ，分蘖數、分枝數、全株蒴果數、一個蒴果種子數及千粒重等性狀，10 月 5 日播種者 (S_1) 均較其他處理有優異的表現，也可以說，10 月 5 日播種之亞麻，有較豐之種子收量者，實由於各產量性狀所供給之結果，在其諸產量性狀中，尤以全株之蒴果數、分枝數、一蒴果種子數及千粒重之貢獻最大。於四種播種期處理中，以 S_3 (11 月 5 日) 種子收量最低 ，乃由於該處理在盛花期適逢下雨，植株倒伏所形成之結果。

表 5. 不同栽培密度對亞麻之產量及產量性狀之影響

Table 5. Effect of sowing density on the yield and yield characteristics of oilseed flax.

Sowing density[a]	Plant ht. (cm)	Effective plant ht. (m. m)	Stem diameter (m. m)	No. of tiller/ plant	No. of branch/ plant	No. of capsule /plant	No. of seed/ capsul	1000 seed wt. (g)	Straw yield (kg/ 7.2m²)	Seed yield (g/ 7.2m²)
D_1	84.0	63.5	2.5	0.37	7.4	19.1	7.4	5.42	3.315	499.1
D_2	84.4	63.7	2.5	0.26	7.1	8.4	7.8	5.40	2.759	511.0
D_3	87.0	63.4	2.7	0.37	7.9	23.8	8.0	5.38	2.962	474.0
D_4	86.0	63.3	2.5	0.47	8.0	21.3	7.9	5.44	3.450	526.0

a. D_1, 2,250 plants/m²; D_2, 1,800 plants/m²; D_3, 1,350 plants/m²; D_4, 900 plants/m².

表 5 ，示種植密度對種子亞麻產量及產量性狀之影響，由該表可知，種植密度以一株之分蘖數、分枝數、全株蒴果數所受到的影響最大，一般來說，疏植區 (D_4 及 D_3) 較密植區 (D_1 及 D_2) 有較優的表現，因此，種子收量亦以疏植區 (D_4) 最高，處理間差異顯著。其他性狀受密植之影響都少。

參 考 文 獻

1. 季景元、陳坤生、戴常智、周學淳・1963・種子亞麻播種期之適應性研究・農業研究 12(1)：35-46。
2. 季景元、蔡焜煌、戴常智、屈先澤・1965・亞麻品種不同播種量及播種方式之研究 ・ 中華農學會會報 45： 1－7 。
3. 邱善美・1980・臺灣雙期作水田發展多季裡作之研究 I 早植稻不稔現象之發生・中華農業研究 29(1)：61-65。
4. 屈先澤・1969・農復會技術協助計畫進修報告 (油印本) 。

5. 熊光斗、蔡焜煌、韓青梅。1973・亞麻不同收獲期對產量及纖維品質影響之研究・農業研究 21(4)263-272。
6. 南鷹次郎、菊地武直夫・1934・立枯病に對する耐病性亞麻品種に就きて・日紀作 6(2)：107-117。
7. 菊地武直夫・1934・立枯病に對する耐病性亞麻品種に關する生理學的研究・日紀作 7(2)：186-199。
8. Beard, B. H., V. E. Comstock, 1965. Flax genetic and gene symbolism. Crop Sci. 5 : 151-155.
9. Henry. A. W., T. Chih. 1928. Natural crossing in flax. J. Am. Soc. Agron. 20 : 1183-92.

Effects of sowing date and planting density on the growth, yield and yield characteristics of oilseed flax[1]

S. M. Chiu[2]

Summary

An oilseed flax cultivar CI-2446 was used in this study to investigate the effects of sowing date (S_1-S_4, with 15-day interval starting from Oct. 5) and planting density on the growth and yield performances. Results showed that the maximum percent increase in plant height for the four sowing dates occurred between, respectively, 30-40 (S_1), 40-50 (S_2, S_3 and S_4) days after planting with respective values of 87.1, 94. 1, 88. 4, and 94.0%. It indicated that early planting was beneficial to stem elongation. On the other hand, the maximum percent increase in stem diameter appeared between 20-30 days after planting and early planting showed a lower increase rate than late planting.

The plant height of early planting (S_1 and S_2) was taller than that of late planting (S_3 and S_4). However, the effective lengh of stem for the latter was longer than that of the early planting ones. In other words, the optimum seeding date was from early to mid-November for fiber flax and from early to mid-October for oilseed flax.

In the early planting plots (S_1), the tiller number, number of branch, number of capsule per plant, nnmber of seed per capsule and 1,000-seed weight, and therefore the seed yield, were significantly higher than those of other plots of late planting. Studies on planting density also showed that yield and yield characteristics of lower planting densities (900-1,350 plants/m^2) were superior to those of higher planting densities (1,800-2,250 plants/m^2).

---

1. Contribution No. 983 from the Taiwan Agricultural Rasearch Institute.
2. Agronomist, Department of Agronnmy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2) : 173~185 (1981)

熱帶地區草莓生產及發展可行性之研究[1]

林 昭 雄[2]

摘要：草莓爲溫帶地區之重要水果之一，不僅含有豐富之維他命C，而且色香味俱全，用途甚廣，在現代化國家之市場需求量甚大。

高屏地區土地廣大，灌漑便利，工資較低，冬季氣候又溫和乾燥，如開發利用，則可提早生產草莓上市，增加農民收入。甚至可供外銷鄰近的日本及香港市場，惟在高屏地區尙未作有系統的草莓試驗，爲探討該地區生產草莓及發展之可行性。本研究分爲（一）草莓新引進品種在熱帶地區之適應性試驗，（二）不同來源之種苗對草莓產量之影響試驗，（三）利用遮光網遮蔭短日處理試驗，（四）塑膠布敷蓋處理試驗，（五）草莓耐熱性品種或系統之選拔試驗等五項基礎試驗。試驗結果顯示高屏地區開發生產早期草莓之可行性甚大。春香品種最適栽培，比目前大湖地區推廣之愛利收品種較優，其開花期、採收期均較早，果實較大，呈橢圓形、鮮紅、糖度高、香氣特別濃郁，爲供早期鮮果市場甚有潛力之有望品種，有待推廣。育苗方面，可利用高冷地育苗， 9～10 月間定植在高屏地區平地作促成栽培， 11～12 月間起開始採收，並在3月下旬前結束，以供價格昂高之早期鮮果市場，增加農民收益。栽培管理方面，利用黑色塑膠布敷蓋，不僅可減少土壤水分蒸發，防止雜草發生，保持果實清潔，而且可增加草莓之結果數 18%。

草莓 (*Fragaria glandiglora*) 爲溫帶地區生產之重要水果之一、不僅含有很豐富的維他命 C (60 mg/100g) 比西瓜高 10 倍，比蕃茄高 3 倍，比香瓜高 2 倍 (9) ，而且色香味俱全，用途甚廣，所以在現代化國家消費量甚大。例如美國加州之生產面積每年就有 5,000 公頃 ，71 % 供鮮果市場，29 %供加工原料之用 (17) 。鄰邦之日本草莓之消費相當普遍，幾乎成爲第二位之水果。除每年有 13,000 公頃之生產面積 (9) ，開發各種作物栽培型。例如露地栽培、半促成栽培、準促成栽培、促成栽培、抑制栽培等作周年生產外，每年尙需自國外進口冷凍草莓上千公噸以供市場之需要。在美國利用地利上的方便，自 12 月起由最南部之 Florida 州供應； 3 月下旬起由 Lousiana 州；4 月中旬起由 Arkansas、Carolinas、Tennessee 州；5 月上旬起由 New Jersey、Missouri、Kentucky 州；5 月下旬起由最北部之 Washington、Oregon、Idaho 州供應鮮果市場 (19) 。

在臺灣草莓過去之生產地在臺北縣之蘆洲鄉與金山鄉 ，主要栽培品種爲馬歇爾 (Marshall) ，目前之主要生產地轉移在苗栗縣之大湖鄉與獅潭鄉，主要品種爲愛利收 (Aliso) ，生產面積不到 100 公頃，到目前爲止，臺灣草莓之生產事業尙不甚理想。查蘆筍原爲溫寒帶地區之蔬菜，在臺灣因栽培方式之改進，已成爲熱帶地區臺灣之最主要經濟外銷作物之一，每年生產 14,000 公噸，外銷 400 萬箱 (2) 。

筆者認爲高屏地區土地廣大，灌漑便利、工資較低、冷凍工廠林立，冬季氣候又溫和乾燥，似可提早生產草莓上市，甚至可供外銷日本、香港等市場，其發展潛力甚大。然而在高屏地區一直未做草

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 979 號 。本文之部分試驗經費承農發會補助，部分試驗材料承臺大園藝系，臺北、新竹區農業改良場提供，謹此深致謝忱。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所技正兼熱帶園藝系系主任。臺灣省 鳳山市。

莓之試驗研究[3]。爲加强臺灣草莓之生產事業，有必要探討草莓在熱帶地區生產及發展之可行性。

研究材料及方法

一、草莓新引進品種在熱帶地區之適應性試驗

供試品種有春香、大石四季成、福羽、千代田、Tioga、Fresno、Solana、Aliso、Marshall、芳玉、久留米 32 號等 11 品種。

試驗設計爲 11 品種，四重複、逢機完全區集設計，小區 4 m × 0.7 m，行株距 35×30 cm，小區株數爲 26 株。在熱帶地區臺灣高雄鳳山熱帶園藝試驗分所（北緯 22°33'，海拔 15 m）。於民國 68 年 10 月 17 日定植。12 月 27 日至 69 年 3 月 28 日採收。

二、不同來源之種苗對草莓產量之影響試驗

供試品種爲春香及愛利收。

種苗來源有高冷地（春陽，海拔 1,200 m），南部平地（鳳山，海拔 15 m），北部平地（大湖，海拔 300 m），平地育苗遮光處理（久和牌遮光網 # 1010，遮光率 70～75 %），及平地本圃未遮蔭越夏處理（鳳山，海拔 15 m）。

在高屏地區鳳山熱帶園藝試驗分所試驗，於 68 年 10 月 20 日及11月 30 日兩次定植，12月 27 日至 69 年 3 月 28 日採收。

三、利用遮光網越夏及作短日處理試驗

供試品種有春香、大石四季成、福羽、千代田、Tioga、Fresno、Solana、Aliso 等 8 品種。

遮光方法利用久和牌遮光網 # 1010（遮光率 70～75 %），遮光期間爲 68 年 7 月 10 日至 10 月 20 日，另設未處理對照區，各品種各處理種植 1 小區。在熱帶地區鳳山熱帶園藝試驗分所進行試驗，於 68 年 10 月 17 日及 68 年 11 月 30 日兩次定植，於 12 月 27 日至 69 年 3 月 28 日採收。

四、PE 敷蓋處理試驗

供試品種有 Marshall、北玉、Sequoia、多望、Aliso、Fresno、Solana、Tioga 等 8 品種。利用鳳梨園敷蓋用之黑色 PE 布（0.03 mm)敷蓋草莓畦上一層，另設未敷蓋處理對照區，8 品種各處理 20 株種植 1 小區，在熱帶地區鳳山熱帶園藝試驗分所進行試驗，68 年 11 月 30 日定植，69 年 1 月 10 日至 3 月22日採收。

五、草莓耐熱性品種或系統之選拔試驗

供試品種有 H1～8、F1～27、M1～7 等 38 品種，各品種或系統各種植 1 ～ 5 畦，計 30 公畝，在熱帶地區鳳山熱帶園藝試驗分所，68 年 7 月 23 、 24 日假植於苗床，10 月 23 日定植於本圃，68 年 10 月至 69 年 3 月選拔。

結果與討論

一、適宜熱帶地區栽培草莓品種之探討

根據本研究草莓新引進品種在熱帶地區作適應性試驗結果，小區單位面積內平均產量在供試 11 品種中，以春香、Solana 較高，Aliso、久留米 32 號、Tioga、Fresno、福羽、千代田中等，芳玉、大石四季成、Marshall 較低（表 1）。大果（10 g 以上）之重量百分比以 Fresno、Tioga、春香、千代田較高，Solana、Aliso、Marshall 次之，大石四季成、久留米 32 號、福羽、芳玉較低。

就結果數而言，以芳玉、福羽、春香、Solana 較多，Aliso、Tioga、久留米 32 號、千代田、Fresno 中等，大石四季成、Marshall 較少。

就品種之成熟早晚而言，第一個月內之採果數佔總採果數之百分比，較高者有福羽、芳玉、千代田、春香，均佔 11～22 %之間，Fresno、久留米 32 號 Tioga、Solana、Marshall 次之，均佔 6 ～10%之間，而以 Aliso 及大石四季成較低，僅佔 5 %以下如表 2 所示。

就植株生育及越夏之耐熱性而言，以福羽、Tioga、Fresno、Marshall、久留米 32號 較强，春香、千代田、Solana 中等，Aliso、大石四季成、芳玉較弱（如表 1 所示）。

就開花始期而言，以春香、芳玉、福羽較早，大石四季成、Tioga、千代田中等，Fresno、Solana、Aliso、Marshall、久留米 32 號較晚。採收始期亦以春香、芳玉、福羽較早，大石四季成、Tioga、千代田中等，Fresno、Solana、久留米 32 號、Aliso、Marshall 較晚（如表 1）。

就供試 11 品種間之果實糖度而言，以福羽、春香、芳玉、千代田較高，均爲 8 %以上，Marshall、Aliso、大石四季成、久留米 32 號中等，均在 7 ～ 8 %之間，Tioga、Fresno、Solana 較低，均爲 6 ～ 7 %之間。

綜合以上特性及分析結果，認爲最早在臺北地區推廣之 Marshall [3] 品種（植株强健、果大、短圓錘形，肉質不緻密，適合加工）在高屏地區之適應性不佳，結果數較少，產量亦較低，很可能爲苗期低溫，不足影響其開花結果。又福羽品種（植株强健、果實長紡錘形、果肉鮮紅、甘酸適度且有芳香）在高屏地區雖有開花結果早之優點，但果形較小，供鮮果市場潛力較低，而且採收期易生匍匐枝，應隨時摘除。目前在苗栗縣大湖地區之主要推廣品種 Aliso（果實短圓錘形、果色鮮紅有光澤、美觀、堅實、易採收、耐運輸，適合鮮食與加工）在高屏地區開花期不早，結果較晚，提供早期之鮮果市場之潛力不高。

春香在高屏地區之適應性最大，開花期和採收期均最早，果實亦較大，呈長橢圓形美觀，鮮紅光澤、果肉紅，糖度較高，香氣特別濃郁，爲供早期鮮果市場甚有潛力的有望品種。查文獻記載 [5]，春香爲日本農林省園藝試驗場久留米分場在 1961 年由久留米 103 號×Donner 交配育成，休眠性淺，低溫需求量少，在 5°C 50 小時就可打破休眠。在本試驗中，生育很旺，植株較大，葉柄易伸長，比其他品種走蔓發生亦早(4 月上旬已開始發生)，不像 Aliso 品種分四期開花，而爲連續性，故不必

表 1. 供試草莓品種間之特性比較[a,b]

Table 1. Comparison of characteristics among strawberry vacieties tested.

品種 C. V.	平均小區果重 Ave. fruit wt. ($g/2.8m^2$)	平均小區果數 Ave. fruit No. ($No/2.8m^2$)	果實糖度 Sugar Content (%)	植株耐熱性 Heat tolerance	開花始期 Date of lst blooming	採收始期 Date of lst harvesting
春香	1637.75 a[c]	335.75 ab	9.90	++[d]	20/XI	27/XII
大石四季成	757.25 cd	181.50 cd	7.36	+	1/XII	3/I
福羽	1127.00 abcd	340.00 ab	10.18	+++	29/XI	27/XII
千代田	1104.00 abcd	270.25 bc	8.34	++	10/XII	7/I
芳玉	904.50 bcd	363.50 a	8.82	+	23/XI	27/XII
久留米 32 號	1183.00 abcd	280.50 abc	7.22	+++	17/XII	7/I
Marshall	639.25 d	159.75 d	7.90	+++	17/XII	10/I
Tioga	1153.00 abcd	281.00 abc	6.82	+++	1/XII	3/I
Fresno	1137.50 abcd	264.25 bc	6.84	+++	17/XII	7/I
Solana	1392.50 ab	314.50 ab	6.64	++	17/XII	7/I
Aliso	1257.50 abc	298.75 ab	7.50	+	17/XII	10/I

a. 68 年 10 月 17 日種植。

b. 68 年 12 月 27 日起至 69 年3月 28 日止共計調查 92 天。

c. 各品種間差異顯著性係採用 Duncans Multiple Range Test 法測定，同欄內未列相同英文字母者係指品種間之差異顯著。

d. +++强，++中等，+弱。

摘花，隔天可採收。因開花早，花大如福羽，花粉多，受精率高，畸形果少，商品價值亦較高。然而春香亦有缺點需要改進補救，據觀察，春香之根系比其他品種較弱，易發生肥料濃度障害，故施肥時宜避免一次多量施用 [7]。又果肉稍軟，較不耐運輸，故鮮果包裝容器方面應需要特別講究。因此在熱帶地區應繼續加强引進品種，選拔更適宜於高屏地區在短日照之冬天，不休眠或休眠淺，而且可形成花蕾，夏天又能耐高溫之品種 [8,19]。例如 Florida 90 休眠性最淺，爲美國 Florida 州及沿 Gulf Coast 一帶之重要品種，Dabreak、Headliner 均爲美國南部 Lousiana 州之主要品種，休眠性亦較淺，一般而言，周年採收型（Ever bearing）品種在熱帶地區之適應性較差，本研究試驗供試品種之一，大石四季成在高屏地區之結果數及收量均爲春香品種之一半（表 1），亦可證明此論說之正確性。

二、適宜熱帶地區栽培草莓之生產季節之探討

草莓喜好溫和的氣候，生育適溫爲 17～20°C，以日間 18～20°C，夜間 12～13°C 爲最適。生育限界爲 5～30°C，地溫限界爲 10°C。花器障害在 0°C 以下及 35°C 以上容易發生 [9]。

草莓遇嚴寒則根株易枯死，又忌高溫乾旱，亢旱過久，如不行灌水，則生育受阻，甚至枯死。草莓莖葉部位較耐低溫或耐高溫，但遭遇－5°C 則易受凍害，如 50°C 以上則亦易受高溫害。又開花前後之花蕾亦易受寒害與高溫障害。雄蕊在花前 3 ～10 日之中蕾（花粉母細胞分裂 4 分子時）不耐低溫。雌蕊在開花前 3 日之花至結實後 7 日之小果期間不耐低溫，而開花前 10 日之小蕾及收穫前之大果較耐低溫。又開花前後之花蕾易受高溫障害，在 45°C 之高溫，花粉之花芽率低，不及 15 %，且不易獲得健全株。

表2. 供試草莓名品種產量百分比

Table 2. Comparison of monthly yields among strawberry varieties tested.

（單位：%）

品種 C. V.	第一個月 1st month		第二個月 2nd month		第三個月 3rd month	
	果重 (Wt)	果數 (No)	果重 (wt)	果數 (No)	果重 (Wt)	果數 (No)
春香	9.36	11.39	24.24	20.18	66.40	68.43
大石四季成	5.15	4.68	37.90	31.68	56.95	63.64
福羽	20.99	21.69	31.24	27.50	47.77	50.81
千代田	14.74	13.69	31.43	28.68	53.82	57.63
芳玉	17.08	17.54	27.53	22.97	55.39	59.49
久留米 32 號	9.04	8.20	32.31	27.81	58.65	63.99
Marshall	6.57	6.42	33.79	28.33	59.64	65.25
Tioga	7.68	7.21	35.34	26.69	56.98	66.10
Fresno	10.53	9.93	29.54	26.02	59.93	64.05
Solana	7.36	6.52	33.77	28.70	58.87	64.78
Aliso	6.70	4.94	29.34	25.02	63.96	70.04

又濕度愈高，花藥之開裂愈晚，花粉之發育愈劣。日照愈多愈佳，最大同化度爲 6.5 ～ 7.0 mg，光飽和點爲 20 KLux 左右，比其他果菜較低。在 10～20°C 同化度之差異小，在 30～35°C 同化度，光飽和點減低，在 35°C 以上同化度 50 KLux，亦變爲負。

高屏地區冬季氣候溫和，根據 30 年來之氣象資料 [1] 顯示，12 月份平均氣溫爲 20.2°C，最高氣

溫平均 25.0°C，最低氣溫平均爲 16.5°C 。1月份之平均氣溫爲 18.9°C （最高 23.9°C ，最低15.0°C），2月份之平均氣溫爲 19.4°2C（最高 24.6°C，最低 18.0°C），甚適宜草莓之開花與結果條件。

惟4月份之平均氣溫升高至 24.5°C（最高 29.2°C，最低 20.8°C）相當於臺北、新竹、臺中地區5月份之平均氣溫。臺灣主要草莓生產地苗栗大湖地區之緯度及海拔（300 m）較高，氣候長期溫和，而且 12 月至4月每個月之平均氣溫均比高屏地區低 3～4°C ，草莓之開花結果期較長，其盛產期爲3～5月，產量自然較高。根據本試驗調查結果顯示高屏地區4月份各供試品種之開花結果均較少，就土地利用而言，失去經濟價值。故宜在3月下旬結束生產，專供早期之鮮果市場，據市場調查早期草莓價格特別高，每公斤在83～133元之間，收益頗高，而且尙可與水稻等輪作，增加農民收入。

三、適宜熱帶地區栽培之草莓苗來源之探討

高屏地區4月以後氣溫升高，4月份之平均氣溫爲 24.5°C ，5月份之平均氣溫爲 27.2°C ，6月份之平均氣溫爲 27.8°C [1] ，故限制草莓之生產期間，一般比中北部之生產期減少1～2個月。因此應採用已經早花芽分化的健壯苗，在9月中旬至 10 月中旬間定植，使 10～11 月起開花， 11～12月起可開始採收，至翌年3月下旬前結束。

促進草莓之花芽分化方法很多，例如低溫 [10,13] 、短日 [6] 、植株之營養條件 [11,12] 、移植時之斷根 [11] 、乾旱時之缺肥 [5] 均會影響花芽分化。一般而言，平均氣溫 24°C 以下，日照 12 小時以下可促進草莓之花芽分化，但花芽之發育條件則以高溫與長日有利 [5] ，在實用上可活用草莓之生態特性來促進其花芽分化，例如利用高冷地育苗（給與低溫條件）或平地遮光育苗（給與短日條件）。

表 3. 不同來源之種苗對草莓產量之影響（1979～1980）

Table 3. Effect of seedlings from different source on the yield of strawberry fruits. (1979-1980)

品 種 C. V.	來 源 Source	種植株數及日期 No. of Seedling Date planted		每株平均果重 Ave. fruit wt. per plant(g)	每株平均結果數 Ave No. of fruit per plant (No)	結果數指數 Index of fruit number	採收始期 Date of 1st harvesting
春 香	高冷地一春陽苗	10	23/X	79.25	19.00	100	27/XII
	平 地一鳳山苗	27	23/X	57.37	13.85	72.89	27/XII
	平 地一大湖苗	104	17/X	63.00	12.91	67.95	27/XII
	平 地一遮光苗	35	17/X	62.51	12.86	67.68	7/I
	平 地一馴化苗	48	17/X	84.52	17.73	93.32	27/XII
	平 地一遮光苗	20	30/XI	94.50	26.65	140.26	27/XII
	平地一未遮光苗	20	30/XI	57.45	17.05	89.74	27/XII
愛利收	高冷地一春陽苗	8	23/X	71.75	19.63	100	4/I
	平 地一鳳山苗	22	23/X	12.27	3.64	18.54	19/I
	平 地一大湖苗	104	17/X	48.37	11.49	58.53	10/I
	平 地一遮光苗	28	17/X	46.86	11.18	56.95	10/I
	平 地一馴化苗	28	30/XI	95.41	18.25	92.91	14/I
	平 地一遮光苗	60	30/XI	34.37	10.60	54.00	16/I
	平地一未遮光苗	60	30/XI	25.18	6.38	32.50	16/I

根據本研究不同來源之草莓對產量之影響試驗顯示，高冷地苗（霧社春陽 1,200 m）比平地苗開花結果數較多，產量較高。例如春香品種來自高冷地之種苗比鳳山平地育苗者其結果數較多 27.11 %，比大湖平地育苗者較多 32.05 %；愛利收品種來自高冷地之種苗比來自大湖平地之種苗其結果數較多 41.47 %（如表 3）。可見來自高冷地之種苗比臺灣主要產地大湖平地之種苗優勢。查本試驗差距之大，除高冷地有促進花芽分化外，來自組織培養之無毒苗亦爲重要因素之一。根據日本之促進栽培，採用高冷地育苗比平地育苗者可提早一個月採收 (5)。前者在 8 月中旬移植於高冷地，9 月中旬定植於平地，11 月中旬可開始採收，後者 9 月上旬在平地移植並行遮光處理，9 月下旬定植，12 月中旬開始採收。這種促成栽培在高屏地區頗有研究應用開發之價值。

又根據另一試驗，遮光處理苗對草莓產量影響試驗結果顯示，在鳳山平地遮光處理（68 年 7 月 10 日至 10 月 20 日）下之生長發育之種苗，移至本圃定植後，仍繼續伸長匍匐枝，而影響定植後之開花結果，此恐因日照長度反而增加所致。本試驗平地未經遮光處理之馴化壯大苗在本圃定植後，其結果數與來自高冷地之種苗比較甚接近，春香品種僅減少 6.68 %，愛利收品種僅減少 7.03 %。第二批在 68 年 11 月 30 日取苗定植後遮光處理苗比未遮光處理苗之開花結果數均較多，春香品種爲 27：17，愛利收品種爲 11：6，效果甚顯著。

四、熱帶地區平地夏季育苗行遮光處理之探討

在高屏地區夏季高溫炎熱，6～9 月份之月平均氣溫爲 28°C，最高氣溫平均爲 32°C，最低氣溫平均爲 25°C，故草莓育苗之苗床必須行遮蔭處理才能提高成活率及越夏。

本試驗遮光處理結果發現，移植之匍匐枝成活率甚高，而且繼續發生走蔓。68 年 10 月 17 日及 11 月 30 日兩次分別取苗、定植於本圃，與未經遮光處理越夏之本圃大苗種植比較結果，如表 4 所示。

第一次於 68 年 10 月 17 日未除去遮光網前取苗定植結果，遮光處理區之種苗比未經處理者其結果數及產量均較少，反有不利之影響，結果數方面，春香少 27 %，千代田少 6 %，愛利收少 39 %，Solana 少 43 %，福羽多 6 %，Tioga 多 64 %，Fresno 多 34 %，供試 8 品種平均結果，遮光處理比未處理對照，苗結果數少 16.64 %。

第二次於 68 年 11 月 30 日取苗（68 年 10 月 20 日除去苗床遮光網）定植比較結果發現，遮光處理苗比未遮光處理苗採收始期未有顯著之差異，但結果數較多，如表 4 所示。春香品種多 56 %，福羽多 37 %，Tioga 多 15 %，Solana 多 9 %，Aliso 多 66 %，大石四季成少 41 %，千代田少 22%，Fresno 少 24%，供試 8 品種平均結果，遮光處理比未經遮光處理對照，苗結果數多 9.44 %。

據另一試驗——不同遮光率對於夏季草莓植株生育影響之初步觀察結果，以遮光率 50 %（臺和牌 # 610），60 %（# 810），70 %（# 1010），80 %（# 1210）不同處理比較，在遮光率 50 % 到 80 % 之間對夏季草莓植株之生育未有顯著差異之影響。至於對花芽分化及結果數之影響有待試驗究明。

五、熱帶地區利用 PE 敷蓋效果之探討

PE 敷蓋處理有許多優點，例如減少土壤水分蒸發，防止雜草之發生及保持果實之清潔等。又在低溫期有促進生育之效果。據二宮（1969）報告，敷蓋可促進草莓成熟及提高早期收量，但亦有可能因高溫而引起花芽退化，減少花房數及花蕾數之現象 (7)。

查透明 PE 材料比黑色 PE 材料在地表下 5 公分之地溫較高 3°C 左右，雜草之發生量亦比較多，故本試驗採用現行鳳梨園敷蓋採用之 0.03 mm 黑色 PE 爲材料作觀察試驗，結果如表 5 所示：PE 敷蓋區比未敷蓋對照區之結果數供試 8 品種平均增加 17.93 %，尤其 Marshall 品種增加 90.24 %

表 4. 遮光處理對草莓產量之影響 (1979-1980)

Table 4. Effect of shading treatment on the yield of strawberry varieties.

定植期 Date planted	品種 C. V.	遮光處理 Treatment	種植株數 No. of plants	每株平均果重 Ave. fruit wt. per plant (g)	每株平均結果數 Ave. No. of fruit per plant (No)	結果數指數 Index of No. of fruit	採收始期 Date of 1st picking
17/X/1979	春陽	+	35	62.51	12.86	72.53	7/I
		−	48	84.52	17.73	100	27/XII
	大石四季成	+	29	35.59	8.14	68.98	27/XII
		−	55	45.13	11.80	100	27/XII
	福羽	+	54	48.25	11.67	106.28	3/I
		−	57	38.61	10.88	100	7/I
	千代田	+	46	37.07	9.00	93.95	16/I
		−	59	50.80	12.17	100	7/I
	Tioga	+	47	52.02	11.26	163.66	7/I
		−	58	28.53	6.88	100	19/I
	Fresno	+	35	43.20	10.77	133.96	10/I
		−	57	35.72	8.04	100	16/I
	Solana	+	54	32.94	7.30	57.00	10/I
		−	47	60.71	12.83	100	10/I
	Aliso	+	28	46.86	11.18	61.26	10/I
		−	28	95.41	18.25	100	14/I
	Average	+	41		10.27	83.26	
		−	51		12.32	100	

表 4. 遮光處理對草莓產量之影響 (1979-1980)

Table 4. Effect of shading treatment on the yield of strawberry varieties.

(續)

定植期 Date planted	品種 C. V.	遮光處理 Treatment	種植株數 No. of plants	每株平均果重 Ave. fruit wt. per plant (g)	每株平均結果數 Ave. No. of fruit per plant (No)	結果數指數 Index of No. of fruit	採收始期 Date of 1st picking
30/XI/1979	春陽	+	20	94.50	26.65	156.30	27/XII
		−	20	57.45	17.05	100	27/XII
	大石四季成	+	20	8.30	2.75	59.14	16/I
		−	20	16.15	4.65	100	27/XII
	福羽	+	20	27.75	10.10	137.41	7/I
		−	20	20.35	7.35	100	7/I
	千代田	+	20	24.70	9.00	77.59	10/I
		−	20	47.35	11.60	100	16/I
	Tioga	+	20	21.55	7.50	114.50	9/II
		−	20	21.40	6.55	100	9/II
	Fresno	+	20	16.65	5.60	76.19	9/II
		−	20	22.15	7.35	100	28/I
	Solana	+	20	38.65	13.15	109.13	28/I
		−	20	43.30	12.05	100	5/II
	Aliso	+	20	34.37	10.60	166.14	16/I
		−	20	25.18	6.38	100	16/I
	Average	+	20		10.67	109.44	
		−	20		9.75	100	

表 5. 覆蓋處理對草產莓量之影響

Table 5. Effect of Malching on the yield of strawberry varieties.

品種 C. V.	小區果重 (g) Fruit wt per plot		小區果數 Fruit number per plot		
	PE 覆蓋 Mulching	未覆蓋 Check	PE 覆蓋 Mulching	未覆蓋 Check	指數差異 Index difference
北玉	356	236	120	78	+53.85
多望	303	264	119	104	+14.42
Marshall	511	268	156	82	+90.24
Sequoia	562	605	209	211	−0.95
Aliso	490	695	179	241	−25.73
Fresno	695	626	209	162	+29.01
Solana	673	557	234	177	+32.20
Tioga	781	527	221	172	+28.49
合計 Total	4 371	3778	1447	1227	+17.93
指數 Index	115.70	100	117.93	100	

，北玉增加 53.85 %，Solana 增加 32.20 %，Fresno 增加 29.0 %，Tioga 增加 28.49 %。不同顏色之 PE 材料對草莓之生產力亦有差異，據報告[3] 黑色、藍色、白色 PE 材料之生產力指數各爲 100、91、94，又查稻草亦爲熱帶地區之主要敷蓋材料，比無敷草對照區可減少枯死株，及增加 11 % 之差異[3]。今後將黑色 PE 與稻草比較及如何配合使用，有待試驗究明。

六、熱帶地區草莓耐熱性系統之選拔

適於暖地地區栽培之草莓品種應選休眠性短或無的早生品種，而且容易打破休眠，花芽分化可在 24°C 以下低溫及 12 小時以下之日照可完成的。據報告[5] 日本爲促成栽培之主要品種芳玉耐暑性强，1946 年在德島縣農業試驗場藍住園試驗地由福羽品種之自然交配選拔，於 1956 年命名，其低溫要求度低，休眠性淺，耐暑性强。

本研究自己蒐集的 H1～8、F1～27、M1～7 等 38 品種中選拔耐熱性較高的品種或系統以供進一步之檢定或作育種材料。據初步選拔結果如表 6，耐熱性較强者有 H_1、H_4、H_5、H_6、F_6、F_{10}、F_{11}、F_{12}、F_{17}、F_{24}、F_{25}、F_{26} 等有待進一步之檢定。

綜合以上，結果顯示在高屏地區開發草莓生產之可行性甚大。高屏地區 9 月至 3 月之氣溫與日本盛行之 PE 溫室促成栽培型之條件相似，筆者認爲如同一棟天然的大溫室，若能好好利用，努力開發發展早期之草莓生產之潛力很大。

茲將高屏地區今後開發草莓生產事業應注意事項建議如下：

(一) 選擇適宜品種栽培：[8,15] 春香與 Solana 爲最適栽培品種，尤其春香之開花期和採收期均最早，果實亦較大，糖度較高，香氣特別濃郁，可供早期鮮果市場。

(二) 注意選拔耐熱性系統[8]：在暖地栽培宜選休眠性短之品種，今後尚需由國外繼續引進耐暑 (高溫) 性高的品種，例如 Florida 90、Dabreak、Headiner、Torrey、Ranger、Missonary、Lassen、Klondike、Klonmore、Blackmore[17,19]、紅露、宮崎、高嶺等在高屏地區試種，以供選拔及育種材料之用[8]。

(三) 引進抗病品種[20]：目前臺灣地區栽培最多之商業品種有 Aliso，不抗 Verticillium wilt 與 Red stele[8]，而過去臺北地區推廣之 Marshall 品種僅抗 Red stele，但極不抗毒素病及不抗

表 6. 草莓耐熱性品種選拔試驗之產量比較

Table 6. Comparison of yields among strawberry varieties for heat tolerant selection.

品種代號 Acc. No.	種植株數(No) No. of seedling planted	採收總果重(g) Total fruit wt harvested	採收總果數(No) Total No. of fruit harvested	每株平均果重(g) Ave fruit wt per plant	每株平均結果數(No) Ave No. of fruit per plant	生長勢(夏季)[a] Plant vigor
H_1	27	1549	374	57.37	13.85	7
H_2	26	511	182	19.65	7.00	3
H_3	37	1074	308	29.01	8.32	6
H_4	38	1364	347	35.89	9.13	6
H_5	34	1514	403	44.53	11.85	4
H_6	42	1520	417	36.19	9.93	7
H_7	24	661	203	27.54	8.46	6
H_8	22	270	80	12.27	3.64	4
F_1	31	456	156	14.71	5.03	1
F_2	19	233	110	12.24	5,79	1
F_3	29	455	151	15.69	5,21	6
F_4	23	199	98	8.65	4.26	4
F_5	25	323	191	15.32	7.64	4
F_6	38	664	282	17.47	7.42	6
F_7	26	324	136	17.46	5,2	3
F_8	24	74	42	3.08	1.75	2
F_9	19	33	12	1.71	0.63	3
F_{10}	30	140	44	4.67	1.47	6
F_{11}	24	1114	310	46.42	12.92	6
F_{12}	39	1409	363	36.10	9.31	6
F_{13}	27	451	147	16.70	5,44	3
F_{14}	31	378	137	12.19	4.42	5
F_{15}	30	508	190	16.93	6.33	5
F_{16}	32	847	254	26.45	7.94	5
F_{17}	29	1458	350	50.28	12.34	7
F_{18}	36	486	205	13.50	5,69	7
F_{20S}	30	93	55	3.08	1.83	2
F_{21S}	35	442	177	12.63	5,06	7
F_{23}	33	275	109	8.33	3.30	6
F_{24}	29	771	315	26.59	10.86	7
F_{25}	36	1668	372	46.33	10.33	6
F_{26}	119	4418	1294	37.13	10.87	6
F_{26S}	29	848	252	29.22	8.69	6
F_{27S}	131	3836	1082	29.28	8.26	6
M_{7A}	2	197	32	98.50	32.00	5
M_7	6	287	94	47.38	15,67	6
M_3	4	141	34	35.25	8.50	5
M_1	5	160	50	32.00	10.00	6

a. 生長勢（夏季）：在 68~69 年期草莓生育後期（69 年5月上旬）調查，9＝極强健 8～5＝中等
4～1＝衰弱

leaf spot、leaf scorch 等，故有加强引進抗病品種之必要。筆者根據國外文獻[19,20]就抗病性與臺灣目前已引進或推廣之 Tioga、Fresno、Marshall、Aliso 等對照品種列於表 7 作比較，以供有關機關做引種及抗病育種之參考。

（四）利用高冷地育苗在高屏地區平地作促成栽培[5]：在高屏地區夏季選拔優良母株移在高冷地（例如霧社春陽海拔 1,200 m）育苗培育花芽分化苗，在 9～10 月間下山定植在平地，10～11 月間起提早開花，11～12 月間起可開始採收，可供應價格昂貴之早期鮮果市場，增加農民收益。

（五）採用無毒、無病、無蟲之健康苗種植[14,16,20]：草莓毒素病種類，根據日本報告有 Strawberry Mottle Virus (SMov)、Strawberry Crinckle Virus (SCrV)、Strawberry Mild Yellow Edge Virus (SMYEV)、Strawberry Vein banding Virus (SVbV) 等 4 種，所幸在臺灣尚未發現可疑之毒素病株。在日本，美國均有發生草莓毒素病，在引種時必須注意預防，並建議引進野生草莓 (Fragaria vesca) 或其 East Malling Clon (EMC) 或 Ulc-1 系統，或 Fragaria virginiana

表 7. 草莓抗病性及果實特性之比較

Table 7. Comparison of plant disease resistance and fruit characteristics.

品種 Variety	抗病性 Plant Disease Resistance[a]					果實特性 Fruit characteristics				
	斑點病 Leaf Spot	葉枯病 Leaf Scorch	根腐病 Red Stele	萎凋病 Verticillium wilt	毒素病 Virus	大小[b] Size	果肉硬度[c] Flesh Firmness	果皮硬度[c] Skin Firmness	鮮果品質[d] Dessort Quality	加工品質[d] Processing Quality
Siletz	R	R	R	R	T	M	M	S	VG	VG
Surecrop	R	R	R	VR	T	L	F	M	G	G
Dabreak	VR	R	S	U	T	M	M	M	G	G
Blackmore	S	VR	S	R	T	S	F	F	F	G
Columbia	R	R	R	U	T	M	M	F	F	G
Cyclone	R	U	S	U	T	L	S	S	VG	G
Earlibelle	VR	VR	S	S	T	L	VF	VF	G	VG
Howard 17	R	R	S	R	T	M	S	S	G	P
Northwest	R	U	S	I	T	M	M	M	G	VG
Red Star	S	R	S	U	T	L	F	F	G	G
Robinson	I	S	S	R	T	L	S	S	F	P
Sequoia	U	U	S	S	T	VL	S	S	VG	U
Totem	U	U	R	U	T	L	M	M	G	G
Tioga (CK_1)	S	U	S	S	T	VL	F	F	G	G
Fresno (CK_2)	I	U	S	S	I	VL	F	F	F	F
Marshall (CK_3)	S	S	R	U	VS	L	S	S	E	VG
Aliso (CK_4)	U	U	S	S	U	L	M	M	G	G

a. 抗病性：R=Resistant（抗）｜S=Susceptible（不抗）I=Intermediate（中等）．
U=Unknown（不詳），V=Very（甚），T=Tolerant（耐）．

b. 果實大少：L=Large（大），M=Medium（中等），S=Small（少）．

c. 果肉硬度 果皮硬度：F=Firm（硬）M=Medium（中等）S=Soft（軟）VF=VeryFirm（很硬）．

d. 品質：G=Good（佳），F=Fair（可），P=Poor（劣），VG=VeryGood（優），E=Excellent（特優），U=Unknown（不詳）。

等指示植物，以供檢定病毒之用。一般無病毒苗比普通苗可增產 33 %，據日本栃木農試佐野分場報告，如以毒素苗第一年之生產力指數爲 100，則第二年可減產 25 %，第三年可減產 40 %，故 2 ～ 3 年內必須更新，最好每年更新一次，完全由高冷地提供組織培養苗。

目前臺灣草莓生產地雖未發現很顯明之毒素病株，但線蟲危害甚嚴重，種類有芽線蟲、根腐線蟲（Rootlession nematode）、根瘤線蟲（Root-Knot nematode），尤以芽線蟲之危害最普遍，此芽線蟲可由被害株之走蔓傳染 [16]，故絕對勿取用被害株之苗，選拔健康之母株，與採取健康之子苗。做好苗床與種苗之消毒工作。1979-80 年期大湖地區之草莓田發現增加了一種綠蜘蛛之爲害，追究其來源，可能來自山上之高冷地種苗，故今後應徹底消毒種苗，成爲無毒、無病、無蟲之健全苗 [16]。

（六）其他栽培管理應注意事項：

（1）母株之選拔，適期種植，植距宜寬（120 株／1.5 公畝）以培育充實苗。

（2）假植宜早，尤其果重型之品種（如 Donner）以防着果數之減少，影響產量。

（3）假植床之遮蔭期間不宜太長，勿超過一個月，以防種苗之徒長。

（4）採本葉 2 ～ 5 片之中苗，有利於早期收量及大果百分率之增加。大小苗分開種植，小苗宜密植，以提高產量。

（5）栽培宜選排水良好，灌溉便利之地，前作宜爲水稻、大豆或綠肥。

（6）土壤宜用萬强（Vydate）與必速滅（Basamid）消毒，土壤宜多施有機堆肥。

（7）利用黑色 PE 敷蓋可減少土壤水分蒸發，防止雜草發生，促進生育效果及保持果實之清潔。

（8）生育期間勿缺斷灌水，土壤水分宜保持 PF 1.5～1.8，採收時間宜保持 PF 2.0～2.2 。

（9）畦溝使用除草劑（如 Simazine、Lasso、TOK等）以便省工管理。

（10）依據栽培品種之特性摘腋芽、老葉及摘花果以增加收量及大果百分率。

（11）注意病蟲害防除，尤其採收期間更應注意農藥之安全使用。

（12）做好採收處理及分級包裝 [18]，減低品質之變劣，提高品質及商品價值。

參 考 文 獻

1. 林昭雄・1980・影響熱帶地區綠蘆筍生育、產量及品質之因子研究・臺灣農業 16(2)。
2. 陳培昌・1968・臺灣的草莓試驗研究・新竹區農業改良場報告第 20 號。
3. 臺灣省政府農林廳・1959・農業要覽第一輯氣象。
4. 小寶康雄・1973・野菜のウイルス・農林省植物ウイルス研究所。誠文堂新光社。
5. 荻原貞夫・1975・草莓作型とつくり方・農山漁村文化協會。
6. 木村雅行・1969・草莓の花成に關する研究：苗の低溫、短日處理時期と花成の關係について・日本園藝學會研究發表要旨 P. 166・
7. 二宮敬治・1969・草莓の品質と栽培管理・農業及園藝 44(7)：1103~1109。
8. 森下昌三・本多藤雄・1980・草莓の育種に關する研究 V. 外國品種と日本品種の促成栽培における特性比較・日本園藝學會研究發表要旨・P. 640。
9. 藤井重男・1970・草莓半促成栽培標準技術體系・日本愛知縣標準技術體系 No. 17。
10. 加藤昭・1969・半促成草莓の早熟化に關する生態的研究。Ⅲ低溫處理の實用化試驗・日本栃木農試研究報告 10：25-30。
11. 藤本幸平等・1969・草莓の花成に關する研究・Ⅱ低溫處理前の N. 斷根、摘芽、植物調節物質および苗齢の影響・日本園藝學會（44 年秋)發表要旨 P. 162。
12. 齊藤久男等・1980・促成草莓の氮素營養診斷に關する研究・Ⅰ春香の花成促成處理が植物體內の氮素濃度と成熟におよぼす影響について・日本園藝學會研究發表要旨 P. 652。
13. 石黑嘉門、櫻井雍三・1966・草莓苗の低溫電照處理による花成促進に關する研究・Ⅰ低溫處理方法について。愛知縣園藝試驗研究報告第5號別刷。
14. Allen, W. W. 1959. Strawberry pests in California. Calif. Agri. Expt. Sta. Circular 484.
15. Anderson, W. 1969. The Strawberry : A World Bibliography. 1920-1966. pp. 731. New Jersey, The Scarecrow Press.
16. Darrow, G. H. & et al. 1960. Reducing virus and nematode damage to strawberry plants. USDA Leaflet No. 414.
17. Greathead, A. S. & et al. 1977. Strawberry production in California. Univ. of Calif. Div. of Agr. Sci. Leaflet 2959.
18. Mitchell, F. G. & et al. 1964. Hanlding strawberries for fresh market. Calif. Agr. Expt. Sta. Circular 527.
19. Scott, D. H. & et al. 1973. Strawberry varieties in the United States. USDA Farmers' Bulletin No. 1043.
20. Wilhelm, S. 1961. Diseases of strawberry. Calif. Agr. Expt. Sta. Circular 494.

Feasibilty studies on the development of strawberry production in tropical areas[1]

Chao-hsiung Lin[2]

Summary

Strawberry (Fragaria glandiglora) is one of the important fruits in temperate zone. In developed countries, the market demands for strawberries are very high because of their rich in vitamin C, pretty color and good flavor.

Kao-pin Area has wide irrigated lands, lower labor cost, and mild worm climate during winter season. It could be utilized to produce precocious strawberries. In order to ascertain and study this feasibility, the following five experiments such as (1) Adaptability of strawberry varieties in Kao-pin Area, (2) Effect of seedlings from different source on the development and yield of strawberry plants, (3) Effect of shading treatment on the growth and development of strawberry plants, (4) Effect of PE mulching treatment on the growth and yield of strawberry plants, (5) Screening and selection for heat-tolerant variety were carried out.

Based on the results of above basic experiments, the feasibility of the development of strawberry production in Kao-pin Area is very high. Cultivar Sunshian is selected as the most promising variety to grow in Kao--pin Area, and much better than cv. Aliso, the current commercial variety in the northern areas of Taiwan. Because cv. Sunshian has better characteristics such as earlier blooming and harvesting, larger berries, brighter red color, higher sugar content, and stronger aroma. It is recommended to use seedlings raised from high lands, and plant them in Kao-pin Area from mid-September to mid-October to produce precocious strawberries. Fruits can be harvested from November or December and ended by late March for special supply to early market to gain higher profits. As to field management, black PE sheet is recommended to use as mulching material which can not only reduce water evaporation from soil, inhibit the occurrence of weeds, keep berries clean, but also increase the number of berries about 18%.

1. Contribution No. 979 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior Horticulturist & Head, Dept. of Trop. Hort. , Fengshan Trop. Hort. Expt. Sta., TARI, Fengshan City, Kaohsiung Hsien, Taiwan 830, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）30(2)：187～191（1981）

水稻稻熱病藥劑低容量防治試驗[1]

蔡武雄[2] 楊涌祚[3] 李新傳[4] 簡錦忠[5]

摘要：三賽唑 75% 可濕性粉劑〔Bean 75% W.P.；5-methyl-1, 2, 4-triazole（3, 4-b）benzothiazole〕可利用動力微粒噴霧器行低容量（L.V.）噴射（出水量為 0.6 l/min）防治水稻葉稻熱病及穗稻熱病，其用量爲葉稻熱病 0.25 kg a.i./ha，穗稻熱病 0.3 kg a.i./ha，各加水 30 l。葉稻熱病之防治在插秧後 35～50 天施藥一次，七天後再施藥一次。穗稻熱病之防治在抽穗前七天施藥一次，可獲良好的防治效果。

防治水稻稻熱病施藥方法有使用人力噴霧器噴藥，藥劑稀釋的倍數高，使用的水量多，比較費時費力。動力微粒噴霧器噴藥，藥劑稀釋的倍數較低，使用的水量較少，較爲省時省力。地面超低容量撒佈，藥劑不加水稀釋，此法可比一般加水稀釋撒佈法提高工作效率 15～20 (4) 及空中施藥 (1,3) 適用於大面積的防治等。

近年來因農村勞力不足，工資提高，且雇工施藥甚感不易，爲謀適期施藥，宜改進施藥方法及技術，俾能達事半功倍之效。本試驗係利用三賽唑 75% 可濕性粉劑以共立牌動力微粒噴霧器第 1 及第 2 段速度行低容量施藥防治稻熱病。本試驗在臺灣省農業試驗所嘉義分所、臺中區農業改良場及高雄區農業改良場同時進行，試驗地點分別設在臺南縣白河鎮，臺中縣東勢鎮及高雄縣六龜鄉等三處。

材料及方法

供試水稻品種臺南 5 號，試驗田小區面積70m²，寬 8 m 長 8.75 m，採逢機完全區集設計，重複 4 次。供試藥劑及施藥量如表 1，供試藥劑爲 Beam 75% W.P.〔5-methyl-1, 2, 4-triazole (3, 4-b) benzothiazole 75%〕，對照藥劑爲 Hinodan 35% W.P.,〔O-ethyl-S, S-diphenyl dithiophosphate 15%+4, 5, 6, 7-Tetrachlorophthalide 20%〕及 Hinosan 50% E.C.〔O-ethyl-S, S-diphenyl dithiophosphate 50%〕。

藥效調查方法

(1)葉稻熱病防治效果：依照葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖 (2)，每小區調查 40 叢。

(2)穗稻熱病防治效果：在成熟期每小區調查40叢之罹病穗率，罹病穗率係罹病穗數（枝梗三分之一以上被害，亦記錄爲罹病穗）除以總調查穗數的百分率表示之。

產量調查：每小區四週一行除外，收穫中央部份，秤其生谷重，經曝晒風選以後秤其精谷重而換算成公頃產量。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 977 號。
2. 本所嘉義分所技士。臺灣省 嘉義市。
3. 臺中區農業改良場股長。臺灣省 臺中市。
4. 高雄區農業改良場股長。臺灣省 屏東市。
5. 本所植物病理系技正。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

表 1. 供試藥劑名稱及施藥量與施藥次數

Table 1. Rates and times of different chemical tested.

施藥代號[a]	藥劑名稱	葉稻熱病防治 (ha) 每次用藥量	每次用水量 (l)	施藥次數	穗稻熱病防治 (ha) 每次用藥量	每次用水量 (l)	施藥次數
1	Beam 75% W.P.	333.3 g (0.25 kg a.i./ha)	30	2	400 g (0.3 kg a.i./ha)	30	1
2	Beam 75% W.P.	333.3 g (0.35 kg a.i./ha)	78	2	400 g (0.3 kg a.i·/ha)	78	1
3	Hinodan 35% W.P.	1,000 g (0.35 kg a.i./ha)	1,000	2	1,200 g(0.42 kg a.i./ha)	1,200	2
4	Hinosan 50% E.C.	1,000 ml (0.5 kg a.i./ha)	1,000	2	1,200 ml(0.6 kg a.i./ha)	1,200	2
5	Control	—	—	—	—	—	—

a. 施藥方法代號 1 以共立牌動力微粒噴霧器調整在第 1 段噴射，其出水量爲 0.6 l/min，代號 2 亦以共立牌動力微粒噴霧器調整在第 2 段噴射，其出水量 1.6 l/min ，代號 3 、 4 以人力手壓噴霧器噴射。

表 2. 插秧日期及施藥日期

Table 2. Dates for transplanting and chemical application.

地點	插秧日期	處理代號	施藥日期 葉稻熱病 第 1 次	葉稻熱病 第 2 次	穗稻熱病 第 1 次	穗稻熱病 第 2 次
臺南縣白河鎮	21/I/'80	1	11/III	3/IV	18/IV	
		2	11/III	3/IV	18/IV	
		3	17/III	1/IV	16/IV	6/V
		4	17/III	1/IV	16/IV	6/V
臺中縣東勢鎮	2/III/'80	1	19/IV	29/IV	30/V	
		2	19/IV	29/IV	30/V	
		3	19/IV	29/IV	30/V	10/VI
		4	19/IV	29/IV	30/V	10/VI
高雄縣六龜鄉	14/II/'80	1	15/III	1/IV	6/V	
		2	15/III	1/IV	6/V	
		3	18/III	25/III	2/V	15/V
		4	18/III	25/III	2/V	14/V

試驗結果

一、葉稻熱病防治效果

白河鎮、東勢鎮及六龜鄉分別在 4 月 15 日、5 月 14 日及 4 月 16 日調查。各種不同藥劑處理之葉稻熱病罹病面積率如表 3 。白河鎮葉稻熱病發生輕微，施藥與不施藥均不顯著。東勢鎮及六龜鄉藥劑之間差異不顯著，但與對照不施藥差異顯著。

表 3. 各種不同藥劑處理之葉稻熱病罹病面積率（%）

Table 3. Disease severity of leaf blast under different chemical treatments (%)

施藥代號	藥　劑　名　稱	臺南縣白河鎮	臺中縣東勢鎮	高雄縣六龜鄉
1	Beam 75% W.P.	0.2 a[a]	2.2 a	0.7 a
2	Beam 75% W.P.	0.2 a	2.5 a	0.7 a
3	Hinodan 35% W.P.	0.2 a	2.2 a	0.6 a
4	Hinosan 50% E.C.	0.2 a	2.5 a	0.8 a
5	Control	0.3 a	8.0 b	4.9 b

a. 表中英文字母相同者表示依 Duncan's 多變域測定在 5 % 時不顯著。

二、穗稻熱病防治效果

白河鎮、東勢鎮及六龜鄉之穗稻熱病罹病穗率分別在 5 月29日、 7 月 1 日及 6 月 7 日調查，其結果如表 4 。代號 1 、 2 之罹病穗率甚爲輕微，與對照藥劑 Hinodan 35 % W.P. 差異不顯著，與在 Hinosan 50 % E.C. 白河鎮及六龜鄉差異顯著。 施藥與對照不施藥在不同地點差異均達顯著水準。同時 Beam 75% W.P. 對穗稻熱病具有優良的防治效果。

表 4. 各種不同藥劑處理之穗稻熱病罹病穗率（%）

Table 4. Percentage of disease panicle under different chemical treatments (%)

施藥代號	藥　劑　名　稱	臺南縣白河鎮	臺中縣東勢鎮	高雄縣六龜鄉
1	Beam 75% W.P.	1.1 a[a]	6.3 a	9.2 a
2	Beam 75% W.P.	1.0 a	6.3 a	8.4 a
3	Hinodan 35% W.P.	0.9 a	9.4 a	10.6 a
4	Hinosan 50% E.C.	2.9 b	12.4 a	20.9 b
5	Control	8.9 c	45.2 b	67.9 c

a. 見表3註脚。

三、產量調查

不同地點不同藥劑處理之產量如表 5 。白河鎮及六龜鄉不同藥劑間差異不顯著，但與不施藥有顯著差異。在東勢鎮 Beam 75% W.P. 處理區產量最高，與 Hinosan 50% E.C. 及對照不處理差異顯著。可見 Beam 75% W.P. 在不同地點產量均高。

表 5. 各種不同藥劑處理之產量 (kg/ha)

Table 5. Yield under different chemical treatments (kg/ha)

施藥代號	藥劑名稱	臺南縣白河鎮	臺中縣東勢鎮	高雄縣六龜鄉
1	Beam 75% W.P.	5,475 a[a]	5,808 a	4,356 a
2	Beam 75% W.P.	5,475 a	5,681 ab	4,816 a
3	Hinodan 35% W.P.	5,475 a	5,504 bc	4,308 a
4	Hinosan 50% E.C.	5,375 ab	5,411 c	4,453 a
5	Control	5,075 b	4,767 d	3,776 b

a. 見表 3 註脚。

討　論

Beam 75% W. P. 已推廣於稻熱病的防治藥劑[3]，於葉稻熱病防治時每公頃 0.33 kg，穗稻熱病防治時每公頃 0.4 kg，稀釋 3,000 倍，即其用水量均前者爲 990 l 後者爲 1,200 l，用水量甚多對農民而言，甚爲費時費力。另同種藥劑 0.4 kg加水 15 l，用於空中施藥，防治穗稻熱病，雖然每公頃用水量僅 15 l ，可以省下勞力，但空中施藥不是一般農民隨時可以辦得到的，要由政府來執行，所以對農民而言也是不方便。本試驗利用低容量施藥，每公頃用量 333.3 g，用水量 30 l 及 78 l，其效果並無顯著差異，故爲了省時省力起見，推荐 30 l 的用水量，比一般施藥方法[3]用水量防治葉稻熱病每公頃 990 l，穗稻熱病 1,200 l 要省下許多勞力及時間。施藥方法及時期應使用共立牌動力微粒噴霧器第 1 段速度，於淸晨無風時噴撒之，對葉稻熱病之防治在插秧後 35 ~ 50 天，田間如有稻熱病發生應施藥一次，經 7 天以後再施藥一次，對穗稻熱病的防治在抽穗前 7 天施藥一次即可獲防治稻熱病之目的。

參 考 文 獻

1. 中華植物保護學會・1979・農業藥劑委託試驗報告（六十七年度）107 pp. 中華植物保護學會編印。
2. 臺灣省政府農林廳・1963・水稻葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖・農林廳編印。
3. 臺灣省政府農林廳・1980・植物保護手册・291 pp. 農林廳編印。
4. 劉達修・林滄海・1972・地面超微量農藥撒佈防治水稻主要病蟲害效果試驗 植物保護學會會刊14：74-80。

Low volume chemical control of rice blast [1]

W. H. Tsai[2], Y. Z. Yang[3], S. C. Lee[4] and C. C. Chien[5]

Summary

Beam 75% W. P. (5-methyl-1, 2, 4-triazole (3, 4-b) benzothiazole) was sprayed at a low volume by a motorized mistblower at flow rate of 0.6 l/min for controlling leaf and panicle blast. The applied rate for leaf blast was 0.25kg a. i./ha, and for panicle blast was 0.3kg a. i./ha, respectively, with 30 l of water. For leaf blast control, applied at 35-50 days after transplanting, and applied once again at 7 days later. For panicle blast control, applied one time only at 7 days before heading.

---

1. Contribution No. 977 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Plant Pathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi City , Taiwan 600. ROC.
3. Chief of Plant Protection, Taichung District Agricultural Improvement Station. Taichung. City , Taiwan 400, ROC.
4. Chief of Plant Protection, Kaohsiung District Agricultural Improvement Station. Pingtung City , Taiwan 900, ROC.
5. Senior Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI. Wufeng Taichung Hsien , Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(2)：193～199 (1981)

龍眼鮮果之太陽能乾燥試驗[1]

林 金 鐓[2]

摘要：利用溫室型太陽能乾燥室於民國 68 年 8 月間進行龍眼鮮果之烘乾試驗，供試品種爲詔安寮種（小粒種）、緞繻種（中粒種）、隘寮種（中粒種）、楊桃葉種（大粒種）等四品種，一般言之，烘乾期間，鮮果水份，小粒種較大粒種易消失，故烘乾所費時間小粒種亦較大粒種爲短。烘乾至能保存兩個月，所需乾燥時間，小粒種爲 52 小時，中粒種爲 58～60 小時，而大粒種爲 62～64 小時，出倉時之乾果率以緞繻種最高，詔安寮種最低，而果肉率亦以緞繻種最高，楊桃葉種最低，顯示中粒型龍眼品種，緞繻種最適合於乾果之加工，而小粒種與大粒種龍眼品種之加工效率則均較低。利用太陽能乾燥室可較慣行土爐法節省 33 %之烘乾成本。

龍眼（*Euphoria longana* Lam.）爲本省主要熱帶果樹之一，根據民國 68 年統計，全省龍眼種植面積爲 4,907 公頃，總生產量爲 23,266 公噸(4)。龍眼之產地，分佈於全省各地，惟多集中於中南部臺南縣、嘉義縣、高雄縣、南投縣與彰化縣等地區，約佔全省種植面積之 85 %，其產期始於七月而終於九月，但生產盛期却集中於八月間。因此常因供過於求而導致市價低落，使果農蒙受很大損失，又因龍眼鮮果含水量高達 75 %(3)，故採收後之鮮果如放置過久則易變質而腐爛。中南部之龍眼多分佈於山區，而山區之交通多較不便，因此在產地或運輸途中變質腐爛之龍眼鮮果當爲數可觀。

爲減少龍眼鮮果因供需失調或變質腐爛而造成之雙重損失計，果農常把部分龍眼鮮果加工製成爲乾果出售。本省龍眼乾果之加工均採用慣行之柴火烘焙法即在土製焙爐上堆放採收後之鮮果，以柴火烘乾 2～3 晝夜而製成。一般言之，由慣行法製成的龍眼乾果，品質參差不齊，常有烘乾過度與不足之現象。而且烘焙時間必須日夜燒柴，備極辛苦，急待改善。最近我旅美學人黃國彥博士設計完成一「溫室型太陽能乾燥系統」(5)，並已在臺灣試用於稻穀與菸草之烘乾。初步結果顯示使用此溫室型太陽能乾燥系統烘乾稻穀與菸草時可較一般烘乾機節省燃油之消耗達 50 %以上(2)，頗有推廣之價值，本省中南部之夏季晴天日數多，而太陽近乎直射陽光强烈，平均日射量高達 400 cal/cm^2/day 以上。由於龍眼亦盛產於夏季，若能善用此豐富之太陽能加工龍眼乾，則不但可節省能源且可改良慣行加工法之缺點。本試驗之目的旨在探討利用「溫室型太陽能乾燥室」烘乾龍眼鮮果之可行法，以供進一步研究改良之參考。

試驗材料與方法

本試驗於 68 年 8 月在嘉義農業試驗分所舉行，供試之「溫室型太陽能乾燥室」係於 66 年 11 月間建造，其結構由太陽能收集裝置，太陽能儲存裝置，乾燥室與熱爐及熱風循環裝置等四大部分組織而成，詳細構造可參閱「太陽能乾燥室之試驗研究」(2)，供試之龍眼鮮果係自嘉義縣竹崎鄉之產

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 981 號。本計畫承中央加速計畫〔68 (AMF)-6.1-9-b〕補助經費。

2. 本所嘉義農業試驗分所技佐。臺灣省 嘉義市。

地採購，包括詔安寮種、緞糯種、隘寮種與楊桃葉等 4 個品種，其中以楊桃葉種之果實最大，隘寮種與緞糯種次之，詔安寮種最小，有關各品種之其他特性可參閱「臺灣龍眼之品種及栽培現況」(1)。

購回後先將龍眼鮮果自果柄剪斷並取樣測定其含水量，及糖度後移入乾燥室。室內隔成 4 小間，每一小間放置 4 品種，每品種自成一堆，每堆鮮果重量爲 22 公斤，試驗採用隨機區組設計，重複四次，龍眼鮮果安置後將乾燥室關閉，進行烘乾工作，乾燥室內之溫度保持在 50°C 至 60°C 之間，繼續烘乾 64 小時，乾燥所需熱度原則上取自太陽能，不足時則以燃燒柴油補充之。

烘乾後 52 小時起每隔 2 小時取樣 500 克秤其重量，以追踪記錄果重消失之程度。另取樣 100 克，剝開果實並將果肉與種子分開，調查果肉之含水量。此外爲明瞭乾果之貯存能力計各取 20 顆在室溫條件下貯存並每隔 7 日調查其發霉情形，依其程度分爲：25、50、75 與 100 %等 4 級記錄，計調查 10 次，烘乾工作結束後測定乾果率，乾果果肉之糖度，含水量及果肉，果殼與種子佔乾果之百分比等資料。調查結果並予變方分析測定其差異之顯著性。

結果與討論

一、烘乾前之預措

通常龍眼鮮果係以果穗狀出售，故必須將果實與果柄分開後，始能供烘乾之用，未進行烘乾之前，取樣調查各品種鮮果之若干性狀，其調查結果列如表 1 、由表 1 可知供試品種中以楊桃葉種之果形最大，果實亦最重，隘寮種次之，緞糯種名列第三，而詔安寮種者最小，果實佔果穗之百分比則與果徑及果重相反，顯示由市場購買之龍眼中，粒形較大之品種果實所佔比例較小，而粒形較小者則果實所佔比例較大，故若以加工龍眼乾果爲目的時似以不採用果形太大之品種爲宜。鮮果之含水量，以楊桃葉種最高達 88.8 %，顯示其果實雖大但多爲水分。故其糖度亦低，只有 11.2 %，緞糯種則恰恰相反，其鮮果含水量最低，只有 80.5 %，由於含水量低，故相對的，其糖度較高達 18.4 %。隘寮種與詔安寮種之含水量與糖度介於楊桃葉與緞糯種之間，果肉以楊桃葉種及隘寮種者較厚，而緞糯種與詔安寮種者較薄，顯示果形較大者，其果肉亦較厚。

表 1. 不同龍眼品種之鮮果特性

Table 1. Characteristics of frest fruits for different longan varieties

品種 Variety	果徑 Fruit diameter(cm)	果重（克／粒） Weight per fruit (g)	果實重／果穗重 Fruit weight/ bundle weight (%)	含水量 Water content (%)	糖度 Brix (%)	果肉厚度 Flesh thicknee (cm)
詔安寮種 Chiao-an-liao	2.9	10.7	88.6	85.5	12.7	0.42
緞糯種 Tran-yu	3.0	13.1	87.2	80.5	18.4	0.41
隘寮種 I-liao	3.1	13.4	85.4	85.5	14.1	0.51
楊桃葉種 Yan-tau-yeh	3.3	15.5	83.5	88.8	11.2	0.51

二、烘乾中果實含水量與乾果率之變化

龍眼鮮果含水量在太陽能乾燥室中之變化情形如圖 1 ，一般言之，果實含水量隨烘乾之時間而快速降低，直至烘乾後 62 小時，其水分消失程度始見緩和，但是果實形狀較大之龍眼品種如楊桃葉種

，其果實含水量在烘乾後 64 小時仍有明顯減低之現象，由此可知，龍眼鮮果含水量之消失與果實形狀之大小有密切關係，即果形較大者，其水分之消失較慢，故所需烘乾時間亦較長，而果形較小者，其水分之消失程度則較快，故所需烘乾之時間亦較短，初步結果顯示，小粒種如詔安寮種之鮮果在烘乾後 62 小時則已充分乾燥，中粒種如隘寮種與緞糯種之鮮果則需烘乾 62 至 64 小時才能充分乾燥，而大粒種如楊桃葉種，其鮮果烘乾時間似要超過 64 小時始能達到類似中小粒種果實之乾燥程度。

烘乾時間龍眼乾果率(即乾果佔鮮果重量之百分比)之變化情形示如圖 2 。由圖 2 可見乾果率亦隨烘乾之時間而減低。烘乾後 64 小時出倉之乾果率以緞糯種最高，楊桃葉種次之，隘寮種第三，而詔安寮種最低，顯示乾果率之高低與果實形狀之大小成正比，即果形大者，其乾果率高，而果形小者，其乾果率低，因龍眼乾果之加工效率係以乾果率之高低為衡量之標準，故乾果率低之龍眼鮮果就經濟觀點而言，自較不利。由此設論，本試驗供試品種中以緞糯種最適合於乾果加工之用。至於楊桃葉種之乾果率較高之原因，似為果實尚未充分乾燥所致。

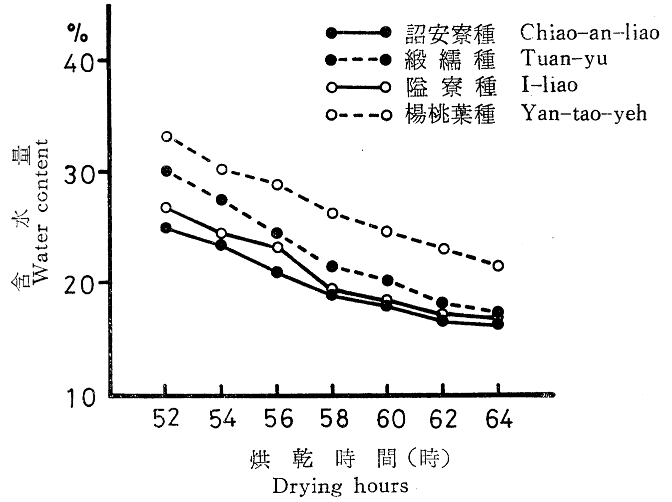


圖 1. 烘乾期間果實含水量之變化情形

Fig. 1. Changes in water content during the drying period

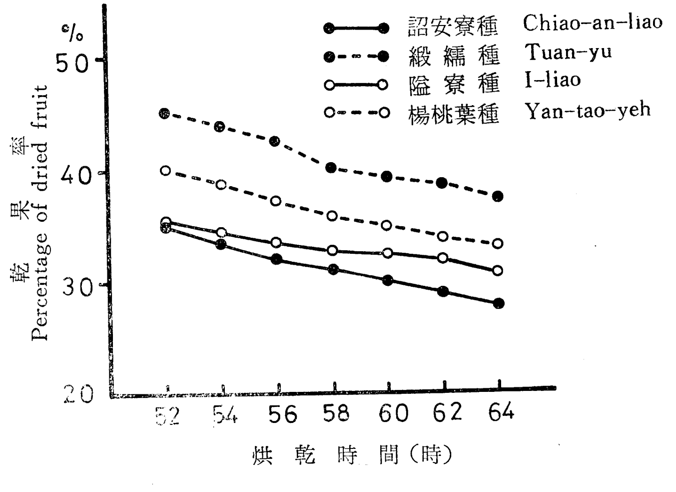


圖 2. 烘乾期間乾果之變化情形

Fig. 2. Changes in dried fruit percentage during the drying period

表 2. 龍眼乾果在貯存期間之發霉率

Table 2. The percentage of dried longan fruits infested with mold during the storage period

品種 Variety	取樣時之烘乾時間 Drying hours at sampling	貯存期間(取樣後日數) Storage period (days after sampling)									
		7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
詔安寮種 Chiao-an-liao	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
緞 纁 種 Tuan-yu	52	50	75	100	100	100	100	100	100	100	100
	54	13	50	50	100	100	100	100	100	100	100
	56	13	13	50	50	50	50	50	50	50	50
	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
隘 寮 種 I-liao	52	13	38	50	100	100	100	100	100	100	100
	54	0	13	13	50	100	100	100	100	100	100
	56	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100
	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
楊桃葉種 Yan-tao-yeh	52	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	54	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	56	38	38	50	100	100	100	100	100	100	100
	58	25	25	50	100	100	100	100	100	100	100
	60	13	13	25	0	0	50	50	50	50	50
	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

三、烘乾程度與乾果之貯存

龍眼鮮果在太陽能乾燥室烘乾 52 小時後，每隔 2 小時取樣一次，存於室內，並隔一週調查一次該

樣果之發霉情形，其調查結果列如表 2 ，由表 2 可知，烘乾 52 小時之小粒種（詔安寮種）乾果已可貯存 70 天不發霉，但是中粒種（緞縕種，隘寮種）與大粒種（楊桃葉種）烘乾 52 小時之乾果在室內存放一週後即見發霉而變質，烘乾 52 小時之乾果含水量爲小粒種 25 %，中粒種 27～30 %，大粒種 33 %（圖1），顯示小粒種龍眼乾果之含水量若降低至 25 %以下，即可供短期間（70日）消費之用，由於小粒種之乾果率較低（圖2），故以短期消費爲目的之龍眼乾果，似可提早於烘乾後 52 小時出倉，如此不但可縮短烘乾時間，節省能源之消耗，而且有助於乾果率之提高，例如小粒種龍眼詔安寮種在烘乾 52 小時之乾果率爲 35 %。較烘乾 64 小時（即出倉時）之 28 %高出7%，亦較隘寮種（中粒種）之 31 %，及楊桃葉種（大粒種）之 33 %爲高。

果實形狀屬於中等之緞縕種與隘寮種乾果之烘乾若時間未達 56 小時多較易發霉而不能貯存，至烘乾 58 小時後始能貯存兩個月，烘乾 58 小時之乾果含水量約爲 20 %（圖1），顯示中粒種龍眼乾果之含水量需降至 20 %左右，才能貯存兩個月。大粒種龍眼如楊桃葉種，因爲鮮果大而含水量高，故其烘乾時間較小粒、中粒種者爲長，至烘乾歷 62 小時，含水量降至 23 %時始能達到類似小、中粒種乾果之貯存效果。由此可知，龍眼鮮果果形之大小與烘乾時間之長短成正比，中粒種與大粒種較小粒種分別多烘乾4小時與8小時，始能供同一期間貯存之用。一般言之，乾果含水量較高時，其果肉食味亦較佳，故若以短期消費爲目的之龍眼乾果，似可視其果形之大小或消費期間之長短酌量縮短其烘乾時間，以節省能源，提高品質並增加果農之收益，由本試驗初步所得結果而言，合理之烘乾時間似爲小粒種 52 小時以內，中粒種 58～60 小時，而大粒種 62～64 小時。

四、若干龍眼之乾果性狀

在太陽能乾燥室烘乾 64 小時後出倉之若干乾果性狀列如表3，由表3可見品種間之乾果率差異達顯著水準，中粒形品種，緞縕種之乾果率顯著高於其他三個品種，另一中粒形品種，隘寮種之乾果率亦高於小粒形及大粒形品種，惟其差異未達顯著水準，顯示利用中粒形龍眼品種烘乾時其乾果產量較小粒或大粒形品種爲高。

乾果果肉之含水量與果實之大小成正比，即果形較大者，其果肉含水量亦較高，反之，則較低。供試品種中以楊桃葉種之含水量最高，顯著高於其餘三個品種，而以詔安寮種者最低，顯示大形果實之水分較小形者難於烘乾。果肉之糖度則與含水量成反比，即果肉之含水量愈高，其糖度愈低，反之則高。

龍眼乾果係由果肉、果殼與種子等三要素所構成，其中只有果肉具有經濟價值，故理想之乾果應爲果肉之比例高，而果殼與種子所佔比例較低者，由表3可知，供試品種中以中粒形品種緞縕種之果肉率最高，而大粒形品種，楊桃葉種之果肉率最低，其差異達顯著水準。緞縕種之果殼與種子百分比較低，故其果肉率較高，而楊桃葉種之果殼與種子率較高，故其果肉所佔乾果之百分比自較低。隘寮種之果殼率最低，顯示其果殼最薄，這似與其鮮果水分較易消失（圖1）及乾果果肉含水量較低（表3）之現象有關。換言之，鮮果之果殼較薄者較易烘乾，故其烘乾所需時間可酌量加以縮短。

龍眼鮮果之是否適合於製成乾果，應視其乾果率與果肉率之高低而決定。乾果率較高之品種可自一定重量之龍眼鮮果製成較多之乾果，而果肉率較高者，可自一定重量之乾果中獲得較多之果肉，由本試驗初步結果可知，供試品種中以緞縕種最適合龍眼乾果之加工，因其乾果率與果肉率均高，隘寮種之乾果率雖高，但其果肉率則低，而詔安寮種之果肉率雖高，但其乾果率則低，故均非理想之加工用品種，楊桃葉種之乾果率與果肉率均低，故製成龍眼乾果時較不經濟。

表 3. 不同龍眼品種之乾果性狀

Table 3. Characteristics of dried fruits for different longan varieties

品種 Variety	乾果率 Percentage of dried fruits (%)	果肉含水量 Water content of fruit flesh (%)	果肉糖度 Brix of fruit flesh (%)	乾果構成要素 Compoents of dried fruit 果肉 Fruit flesh (%)	果殼 Fruit shell (%)	種子 Seed (%)
詔安寮種 Chiao-an-liao	28.2 b[a]	16.2 b	75.8	37.0 b	27.3 ab	32.3 c
緞糯種 Tuan-yu	35.2 a	17.2 b	73.0	40.6 a	25.1 b	31.8 c
隘寮種 I-liao	30.3 b	16.3 b	74.6	36.1 bc	25.0 b	37.1 a
楊桃葉種 Yan-tao-yeh	28.9 b	21.5 a	72.4	34.1 c	29.6 a	34.3 b
平均 Average	30.6	17.8	74.0	37.0	26.8	33.8

a. 表中數值上端所註英文字母相同者，其差異未達 5 % 顯著水準。Values with letters in common are not significantly different at 5% level.

五、太陽能與慣行乾燥法之成本比較

龍眼鮮果分別以太陽能乾燥室與慣行土爐法烘乾時之成本比較如表 4 ，由表 4 可知，利用太陽能乾燥室烘乾時可較慣行土爐法每公噸鮮果可節省成本約 33%，而且烘乾時間也可以縮短約 5 小時。太陽能烘乾法之主要成本支出爲油電費，尤其是油料費。因本試驗係以下午 10 時入倉而夜間無法利用太陽能必須以柴油爲能源，故油料費之支出增加，若改爲上午入倉時，其油料費之支出將可大幅度減少。

總之，利用太陽能乾燥室加工龍眼乾果，不但能節省成本，且可免除日夜燒柴之辛苦與被柴燻目之痛苦，故此項烘乾法值得進一步加以研究改進。

表 4. 每公噸龍眼鮮果之烘乾成本

Table 4. Cost of drying fresh longan fruits (N.T.$ per ton)

乾燥法 Method of drying	燃料費[a] Fuel cost (N.T.$) 柴油 Disel oil	電力 Electricity	木柴 Firewood	計 Total	工資 Labor cost (N.T.$)	合計 Total (N.T.$)	指數 Index
太陽能乾燥室 Solar energy drying system	90.2	242	—	1,144	864	2,008	67.6
土爐 Conventional metem	—	—	470	470	2,500	2,970	100.0

a. 柴油 1 l 以 10.5 元計算，電力每度以 1.76 元計算。Cost of disel oil : N.T.$ 10.5 per liter, cost of electricity : N.T.$ 1.76 per unit.

參 考 文 獻

1. 張振宜、1965・臺灣龍眼之品種與栽培現況。科學研究 13 (1, 2) : 41-47。

2. 張漢聖、林金鐓、吳啓安、徐國民・1978・太陽能乾燥室之試驗研究・臺灣大學農業工程學系 22 pp.

3. 臺灣總督府、1944・臺灣農家便覽 2280pp. 臺灣農友會。

4. 臺灣省政府農林廳、1979・臺灣農業年報 363 pp.

5. Huang, B. K., C. F. Abras, mL. L. Coats, and C. G. Bowers. 1975. Development of greenhouse bulk curing system for solar energy utilization and plant bed mechanization. ASAE Paper No. 75-1018.

Experiment on drying fresh longan fruits with solar energy[1]

Chin Twn Lin[2]

Summary

Drying experiment of fresh longan fruits with a greehouse solar energy drying system was conducted in August 1979. A total of 4 vaieties with aifferect sizes namely, Chiao-an-liao (small fruit), Tuan-an (medium fruit), I-liao (medium fruit), and Yan-tao-yeh (large fruit) were used in this experiment. In general, water content of the smaller fresh fruits disappeared more rapidly than the larger ones during the period of drying. Accordingly, the time required to dry the smaller fruits was shorter than that for the larger ones. It was observed that small-, medium-and large-size fruits should be dried for 52, 58-60, and 62-64 hours respectively, before the dried fruits could be kept in storage for 2 months. At the end of drying, the variety Tuan-yu gave the highest percentage of dried fruits while the Chiao-an-liao variety, the lowest. As to the percentage of dried fruit flesh, the Tuan-yu variety also ranked the first while the Yan-tao-yeh the lowest. This indicates that the variety Tuan-yu is most suitable for processing the dried fruits among the 4 varieties tested in this experiment. The utilization of solar energy drying system resulted in the saving of drying cost by almost 33% when compared with the coventional drying method.

---

1. Contribution No. from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi City Taiwan, 600, ROC.

Vol. 30, No. 2 June 1981

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Physiological studies of machine-transplanted rice. I. Changes in concentrations of nitrogen, chlorophyll and total non-structural carbohydrates ········ Chein Shan Chen, Ding Ding Huang and Dah Jiang Liu ······ 89

Improvement of eating quality in rice. I. Variation in amylose content and gel consistency ·········· Yih Chuan Kuo and Sung Ching Hsieh ······ 99

Distribution of total non-structural carbohydrates in soybean plants at stages of development ········ D. D. Huang, M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu ····· 109

The relationship between anther browning and callus formation in tobacco, rice and asparagus anther culture ·········· Hsin Sheng Tsay ··· 121

The culture of rice anthers of *japonica* X *indica* crosses ········ H. S. Tsay, Y. C. Teng, P. C. Lai and N. C. Chi ··· 133

Studies on the colonal propagation of *Phalaenopsis* by root culture ········ Ruey Song Lin ··· 141

The utilization of ethrel for seed production of hybrid cucumber ········ Wei-zheng Yang ··· 147

The development of Tainung No. 15 soybean ·········· Kuo Lein Chan ··· 157

Effects of sowing date and planting density on the growth, yield and yield characteristics of oilseed flax ········ S. M. Chiu ··· 167

Feasibilty studies on the development of strawberry production in tropical areas ········ Chao-hsiung Lin ··· 173

Low volume chemical control of rice blast ········ W. H. Tsai, Y. Z. Yang, S. C. Lee and C. C. Chien ··· 187

Experiment on drying fresh longan fruits with solar energy ········ Chin Twn Lin ··· 193

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung Hsien, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記爲第一類新聞紙類

發行人 萬　雄 臺中縣霧峰鄉萬豐
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖